

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Infrastruktur dan Bencana Alam

A. Infrastruktur

infrastruktur adalah segala sarana dan prasarana dasar yang dibutuhkan untuk menunjang aktivitas masyarakat serta mendukung pembangunan ekonomi dan sosial suatu wilayah atau negara. Berikut pengertian infrastruktur menurut para ahli:

1. Grigg (1988)

Infrastruktur adalah sistem fisik yang menyediakan transportasi, pengairan, drainase, bangunan, dan fasilitas publik lain yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia serta mendukung aktivitas ekonomi.

2. World Bank

Infrastruktur merupakan layanan dasar dan fasilitas fisik yang diperlukan untuk mendukung kegiatan ekonomi dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat, seperti transportasi, energi, air bersih, dan telekomunikasi.

3. Kodoatie (2005)

Infrastruktur adalah sarana dan prasarana fisik yang dibangun oleh pemerintah atau swasta untuk mendukung sistem sosial dan ekonomi masyarakat dalam suatu wilayah.

4. Hansen (1965)

Infrastruktur didefinisikan sebagai modal sosial dasar yang memungkinkan kegiatan produksi, distribusi, dan konsumsi berlangsung secara efisien.

5. Sukirno (2011)

Infrastruktur adalah fasilitas penunjang utama yang disediakan untuk memperlancar proses pembangunan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara.

Contoh Infrastruktur

1. Transportasi, seperti jalan, jembatan, pelabuhan, bandara
2. Energi, seperti listrik, jaringan gas
3. Air & sanitasi, seperti air bersih, saluran pembuangan
4. Komunikasi, seperti jaringan internet, telekomunikasi
5. Fasilitas publik, seperti rumah sakit, sekolah

B. Bencana Alam

Bencana alam merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang terjadi akibat fenomena alam yang berpotensi menimbulkan ancaman serius terhadap kehidupan manusia, menyebabkan kerusakan lingkungan, kerugian ekonomi, serta dampak sosial yang melampaui kemampuan masyarakat setempat untuk mengatasinya dengan sumber daya yang tersedia.

a. Jenis-Jenis Bencana Alam

1. Gempa Bumi

Gempa bumi adalah getaran atau guncangan di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam bumi, biasanya disebabkan oleh pergeseran lempeng tektonik atau aktivitas vulkanik.

2. Tsunami

Tsunami merupakan gelombang laut besar yang terjadi akibat gangguan di dasar laut, seperti gempa bumi, letusan gunung api bawah laut, atau longsor, yang dapat menimbulkan kerusakan besar di wilayah pesisir.

3. Letusan gunung api

Letusan gunung api adalah peristiwa keluarnya magma, gas, dan material vulkanik dari dalam bumi yang dapat membahayakan kehidupan, merusak lingkungan, serta mengganggu aktivitas manusia.

4. Banjir

Banjir adalah peristiwa meluapnya air yang menutupi daratan akibat curah hujan tinggi, penyumbatan aliran air, atau rusaknya sistem drainase.

5. Tanah longsor

Tanah longsor merupakan pergerakan massa tanah atau batuan menuruni lereng akibat faktor alam seperti hujan lebat, erosi, dan kondisi tanah yang tidak stabil.

6. Kekeringan

Kekeringan adalah kondisi kekurangan air dalam jangka waktu lama yang disebabkan oleh rendahnya curah hujan sehingga mengganggu kehidupan, pertanian, dan ketersediaan air bersih.

7. Angin putting beliung / badai

Angin puting beliung atau badai adalah fenomena angin kencang yang berputar dan terjadi dalam waktu singkat, yang dapat menyebabkan kerusakan bangunan dan lingkungan.

8. Gelombang pasang / abrasi Pantai

Gelombang pasang dan abrasi pantai adalah proses alam yang menyebabkan pengikisan garis pantai akibat gelombang laut dan arus yang kuat secara terus-menerus.

Di daerah batu busuak kota padang sudah terjadi banjir bandang atau banjir lahar hujan, sehingga aliran air sangat deras yang membawa material vulkanik, lumpur, batu, dan kayu dalam jumlah besar, seringkali terjadi akibat hujan lebat di lereng gunung seperti Gunung Marapi. Bencana ini sangat merusak infrastruktur dan dapat memakan korban jiwa, seperti yang terjadi di daerah batu busuak, lubuak minturun, dan gunuang nago kota padang. Dalam konteks teknik sipil, banjir dianggap sebagai bencana hidrometeorologi yang berdampak signifikan terhadap kualitas dan fungsi infrastruktur. Dibawah ini merupakan gambar yang di ambil saat terjadinya banjir bandang di kawasan batu busuak.



Gambar 2.1 Suasana saat terjadinya galodo di batu busuak

(Sumber : Detik News)

a. Jenis-Jenis Banjir

1. Banjir sungai/ fluvial flood : akibat meluapnya sungai ketika debit air meningkat.
2. Banjir permukaan / urban flooding : terjadi di area perkotaan karena drainase tidak mampu menampung limpasan air.
3. Banjir bandang/ flash flood : banjir dengan aliran energi tinggi yang membawa sedimen dan material besar, sering terjadi di daerah lereng.

4. Banjir pantai/ coastal flood : akibat pasang surut laut ekstrem, kenaikan muka air laut, dan topan.

b. Pengkajian Kebutuhan Pascabencana

Dalam Pengkajian Kebutuhan Pascabencana / Post Disaster Need Assesment (PDNA) adalah serangkaian kegiatan pengkajian dan penilaian akibat, analisis dampak, dan perkiraan kebutuhan yang dibutuhkan dalam penyusunan rencana rehabilitasi dan rekonstruksi. Proses ini meliputi identifikasi dan perhitungan kerusakan dan kerugian fisik serta non fisik pada aspek pembangunan manusia, perumahan atau pemukiman, infrastruktur, ekonomi, sosial, dan lintas sektor. Dibawah ini ada beberapa komponen pada PDNA meliputi :

1. Pengkajian akibat bencana
2. Pengkajian dampak bencana, dan
3. Pengkajian kebutuhan pascabencana

Ketiga komponen ini memiliki keterhubungan dalam proses penyusunan rencana rehabilitasi dan rekonstruksi maupun dalam upaya pemulihan pascabencana.

1. Pengkajian Akibat Bencana

Pada komponen ini dilakukan pengkajian atas akibat langsung dan tidak langsung kejadian bencana pada seluruh aspek kehidupan manusia. Pengkajian yang dilakukan meliputi kerusakan, kerugian, gangguan akses, gangguan fungsi, serta peningkatan resiko.

Tabel 2.1 Komponen Akibat Bencana

Komponen	Keterangan
Kerusakan	Perubahan bentuk pada aset fisik dan infrastruktur milik pemerintah, Masyarakat, keluarga, dan bahan usaha sehingga terganggu fungsinya secara parsial atau total sebagai akibat langsung dari suatu bencana. Misalnya, kerusakan rumah, sekolah, pusat Kesehatan, pabrik, tempat usaha, tempat ibadah, tempat

Komponen	Keterangan
	ibadah lain dalam kategori tingkat kerusakan ringan, sedang, dan berat.
Kerugian	Meningkatnya biaya kesempatan atau hilangnya kesempatan untuk memperoleh keuntungan ekonomi karena kerusakan aset milik pemerintah, masyarakat, keluarga dan badan usaha sebagai akibat tidak langsung dari suatu bencana. Misalnya, potensi pendapatan yang berkurang, pengeluaran yang bertambah selama periode waktu hingga aset dipulihkan.
Gangguan Akses	Hilang atau terganggunya akses individu, keluarga dan masyarakat terhadap pemenuhan kebutuhan dasarnya akibat suatu bencana. Misalnya, rumah yang rusak atau hancur karena bencana mengakibatkan orang kehilangan akses terhadap naungan sebagai kebutuhan dasar. Rusaknya rumah sakit atau fasilitas pelayanan kesehatan mengakibatkan orang kehilangan akses terhadap pelayanan Kesehatan sebagai kebutuhan dasar. kerusakan sarana produksi pertanian membuat hilangnya akses keluarga petani terhadap hak atas pekerjaan.
Gangguan Fungsi	Hilangnya atau terganggunya fungsi kemasyarakatan dan pemerintahan akibat suatu bencana. Misalnya, rusaknya suatu gedung pemerintahan mengakibatkan terhentinya fungsi-fungsi administrasi umum, penyediaan keamanan, ketertiban hukum dan pelayanan-pelayanan dasar. demikian juga bila proses-proses kemasyarakatan dasar terganggu, seperti proses musyawarah, pengambilan keputusan

Komponen	Keterangan
	masyarakat, proses perlindungan Masyarakat, proses-proses sosial dan budaya.

2. Pengkajian Dampak Bencana

Pengkajian dampak bencana merupakan pengkajian yang bersifat jangka menengah dan jangka panjang. Komponen ini bertugas sebagai pemandu agar PDNA memiliki orientasi strategis dalam jangka menengah hingga jangka panjang. Kegiatan yang dilakukan meliputi pengkajian ekonomi- fiskal, Sosial, Budaya dan Politik, Pembangunan manusia dan lingkungan.

Tabel 2.2 Komponen Dampak Bencana

Komponen	Keterangan
Ekonomi dan fiskal	Dampak ekonomi adalah penurunan kapasitas ekonomi masyarakat di tingkat Kabupaten / Kota setelah terjadi bencana yang berimplikasi terhadap produksi domestik regional bruto. Kapasitas ekonomi Masyarakat tersebut mengikuti tingkat inflasi, tingkat konsumsi Masyarakat, Tingkat Kesenjangan pendapatan, Tingkat Pengangguran, angka Kemiskinan dan lain-Lain. Penurunan terhadap Investasi, Impor serta ekspor juga dapat di identifikasi sebagai dampak bencana terhadap perekonomian. Dampak fiskal adalah penurunan terhadap kapsitas keuangan pemerintah pusat dan pemerintah daerah sebagai dampak bencana dalam jangka pendek hingga menengah. Kapasitas keuangan pemerintah meliputi kapasitas pendapatan yang bersumber dari pajak,

Komponen	Keterangan
	retribusi dan pendapatan bagi hasil atas kekayaan negara yang dipisahkan. Penurunan kapasitas ini berimplikasi pada menurunnya kemampuan anggaran pemerintah untuk menjalankan fungsi alokasi, distribusi dan stabilisasinya.
Sosial Budaya dan politik	Dampak budaya adalah perubahan sistem nilai, etika dan norma dalam masyarakat setelah bencana. Contoh dampak terhadap budaya adalah menurunnya kegiatan-kegiatan kebudayaan, berubahnya standar nilai dalam masyarakat dan lain-lain. Dampak budaya berimplikasi pada perubahan struktur sosial dalam jangka menengah dan panjang. Perubahan ini mencakup perubahan cara dan perilaku kehidupan sosial di masyarakat setelah bencana. Meningkatnya masalah-masalah sosial setelah bencana dapat menjadi tolak ukur adanya dampak sosial akibat bencana. Misalnya meningkatnya konflik sosial, meningkatnya kekerasan berbasis gender, meningkatnya jumlah pekerja anak dan meningkatnya perceraian. Dampak politik adalah perubahan struktur kuasa dan perilaku politik dalam jangka menengah dan panjang setelah terjadi bencana. Contoh dampak politik adalah bencana berimplikasi pada peningkatan konflik berbasis politik karena perebutan sumber daya setelah bencana.

Komponen	Keterangan
Pembangunan Manusia	Dampak pembangunan manusia adalah dampak bencana terhadap kualitas kehidupan manusia dalam jangka menengah dan jangka panjang yang diukur melalui Indeks Pembangunan Manusia, Indeks Ketimpangan Gender dan Indeks Kemiskinan Multidimensional. Kualitas pembangunan manusia diatas dapat diprediksi dari indikator-indikator jumlah anak yang bisa bersekolah, jumlah perempuan dan laki- laki yang bisa bekerja, jumlah keluarga yang memiliki akses terhadap air bersih serta tingkat akses terhadap pelayanan dasar seperti pendidikan, kesehatan, kependudukan dan lain-lain.
Lingkungan	Dampak terhadap lingkungan adalah penurunan kualitas lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan manusia dan membutuhkan pemulihan dalam jangka menengah dan jangka panjang. Penurunan ini misalnya penurunan ketersediaan sumber air bersih, kerusakan hutan dan kerusakan daerah aliran sungai serta kepunahan spesies-spesies langka setelah bencana.

3. Pengkajian Kebutuhan Pascabencana

Perkiraan kebutuhan pemulihan pada pengkajian ini berorientasi pada pemetaan kebutuhan dalam pemulihan awal dan rehabilitasi dan rekonstruksi.

- a. Kebutuhan pemulihan awal adalah rangkaian kegiatan mendesak yang harus dilakukan saat berakhirnya masa tanggap darurat dalam bentuk pemulihkan fungsi-fungsi dasar kehidupan bermasyarakat menuju tahap rehabilitasi dan rekonstruksi. Kebutuhan pemulihan awal ini dapat berupa kebutuhan fisik maupun non fisik. Pemenuhan kebutuhan pemulihan awal harus berorientasi pada pembangunan yang berkelanjutan. Pemenuhan kebutuhan ini misalnya penyediaan kebutuhan pangan, penyediaan sekolah sementara, pemulihan layanan pengobatan di puskesmas dengan melibatkan dokter dan para medik di puskesmas tersebut sehingga pemulihannya bisa lebih cepat termasuk penyediaan layanan psiko-sosial.
- b. Kebutuhan rehabilitasi adalah kebutuhan perbaikan dan pemulihan semua aspek pelayanan publik atau masyarakat sampai tingkat yang memadai pada wilayah pascabencana dengan sasaran utama untuk normalisasi atau berjalannya secara wajar semua aspek pemerintahan dan kehidupan masyarakat pada wilayah pascabencana.
- c. Sedangkan kebutuhan rekonstruksi adalah kebutuhan pembangunan kembali semua prasarana dan sarana, kelembagaan pada wilayah pascabencana, baik pada tingkat pemerintahan maupun masyarakat dengan sasaran utama tumbuh dan berkembangnya kegiatan perekonomian, sosial dan budaya, tegaknya hukum dan ketertiban, dan bangkitnya peran serta masyarakat.

Tabel 2.3 Komponen Kebutuhan Pascabencana

Komponen	Keterangan
Pembangunan	Kebutuhan pembangunan bertujuan untuk memulihkan aset milik pemerintah, masyarakat, keluarga dan badan usaha setelah terjadi bencana. Pembangunan kembali ini harus mengutamakan prinsip pembangunan kembali yang lebih tahan bencana sehingga pengurangan risiko bencana wajib menjadi pertimbangan

Komponen	Keterangan
	dalam memperkirakan kebutuhan pascabencana.
Penggantian	Kebutuhan penggantian bertujuan untuk mengganti kerugian ekonomi yang dialami oleh pemerintah, masyarakat, keluarga dan badan usaha sebagai akibat dari bencana. Penggantian juga harus berorientasi pada pemulihan kapasitas ekonomi dalam jangka panjang sehingga harus efektif, efisien dan berkelanjutan.
Penyediaan Bantuan Akses	Kebutuhan penyediaan bantuan yang bertujuan untuk membantu memulihkan akses individu, keluarga dan masyarakat terhadap hak-hak dasar seperti pendidikan, kesehatan, pangan, jaminan sosial, perumahan, budaya, pekerjaan, kependudukan dan lain-lain. Penyediaan ini harus dilakukan dalam rangka pemulihan sistem pelayanan dasar yang ada.
Pemulihan	Kebutuhan pemulihan fungsi merupakan kebutuhan yang bertujuan untuk menjalankan
Pengurangan Resiko	Kebutuhan pengurangan resiko meliputi kebutuhan mencegah dan melemahkan ancaman, kebutuhan mengurangi kerentanan terhadap bencana dan kebutuhan meningkatkan kapasitas masyarakat dan pemerintah dalam menghadapi kemungkinan bencana di masa datang.

Komponen	Keterangan
	Kebutuhan ini meliputi kebutuhan pemulihan awal dan kebutuhan pemulihan jangka panjang untuk merespon peningkatan resiko akibat bencana.
Fungsi	Kembali fungsi atau proses pemerintahan dan kemasyarakatan. Fungsi pemerintahan misalnya memulihkan fungsi pemerintahan desa yang terganggu akibat bencana atau memulihkan fungsi puskesmas dalam melayani kebutuhan kesehatan masyarakat. Pemulihan proses kemasyarakatan misalnya pemulihan organisasi rt dan rw, kelompok posyandu, kelompok tani, dan organisasi berbasis masyarakat lainnya.

c. Prinsip-Prinsip Dasar Penilaian Kebutuhan pascabencana

- a. Pendekatan partisipatif dengan melibatkan para pihak berkepentingan dalam prosesnya.
- b. Pendekatan berbasis bukti, mengutamakan pengamatan terhadap akibat dan dampak bencana serta kebutuhan pemulihan yang berbasis bukti.
- c. Pendekatan pengurangan resiko bencana, menggunakan cara pandang pengurangan risiko bencana dalam analisisnya sehingga pda dapat mendukung rehabilitasi dan rekonstruksi yang dapat membangun dengan lebih baik.
- d. Pendekatan hak-hak dasar, menggunakan cara pandang berbasis hak-hak dasar sehingga pengkajian terhadap akibat dan dampak bencana berorientasi pada pemulihan hak-hak dasar tersebut.
- e. Menjunjung tinggi akuntabilitas dalam proses maupun pelaporan hasil kajian sebagai bentuk tanggungjawab terhadap masyarakat terdampak bencana.

- f. Mendorong proses pendataan, analisa, dan hasilnya berbasis digital dalam format sistem informasi demi akurasi dan media pembelajaran

2.2 Penyebab Banjir Bandang

1. Curah Hujan Tinggi

Intensitas curah hujan yang tinggi dalam waktu singkat. Hujan deras membuat volume air yang jatuh ke permukaan tanah dan lereng meningkat secara signifikan.

2. Kerusakan hutan di daerah hulu

Pembalakan liar dan alih fungsi hutan (kebun, ladang, atau pemukiman) mengurangi daya serap tanah, sehingga air hujan langsung mengalir ke Sungai.

3. Pendangkalan Sungai (Sedimentasi)

Material lumpur, pasir, dan kayu dari hulu terbawa arus dan mengendap di sungai, membuat kapasitas sungai menurun.

4. Kondisi topografi Perbukitan

Batu busuk berada di wilayah berbukit dengan aliran Sungai pendek dan curam, Sehingga air dari hulu turun dengan cepat dan kuat.

5. Sistem drainase yang tidak memadai

Saluran air yang kecil tidak mampu menampung limpahan air yang terjadi saat hujan ekstrem.

2.3 Akibat Banjir Bandang

1. Kerusakan rumah dan fasilitas pemukiman

Banyak rumah warga rusak, terendam, bahkan sebagian hanyut. Jalan, jembatan, dan saluran air juga mengalami kerusakan.

2. Jaringan Air dan Pasokan

Infrastruktur air minum (PDAM) di Padang luas terdampak banjir, ini juga berimplikasi terhadap layanan dasar di wilayah sekitar seperti Batu Busuk karena pasokan air terganggu.

3. Kerugian ekonomi Masyarakat

Perabot rumah tangga, kendaraan, hasil usaha, dan barang berharga warga rusak atau hilang sehingga menimbulkan kerugian besar.

4. Kerusakan lingkungan

Banjir membawa lumpur, batu, dan kayu gelondongan yang merusak lahan pertanian serta mencemari lingkungan sekitar.

5. Masalah Kesehatan

Setelah banjir, muncul resiko penyakit seperti diare, penyakit kulit, dan demam akibat lingkungan yang kotor.

2.4 Penanggulangan Banjir Bandang

1. Penanggulangan Jangka Pendek

- a. Pembersihan dan pengerukan sungai untuk mengurangi pendangkalan dan melancarkan aliran air.
- b. Perbaikan tanggul dan drainase agar mampu menahan dan mengalirkan debit air besar.
- c. Peringatan dini kepada masyarakat saat curah hujan tinggi.
- d. Evakuasi cepat ke tempat aman ketika banjir bandang terjadi.

2. Penanggulangan Jangka Menengah

- a. Normalisasi sungai dan pelebaran alur sungai di daerah rawan banjir.
- b. Pembangunan tanggul, sabo dam, atau penahan sedimen di daerah hulu untuk menahan batu dan kayu.
- c. Penataan permukiman agar tidak terlalu dekat dengan bantaran sungai.

3. Penanggulangan Jangka Panjang

- a. Reboisasi dan pelestarian hutan di daerah hulu untuk meningkatkan daya serap air.
- b. Pengendalian alih fungsi lahan yang merusak daerah resapan air.
- c. Edukasi dan kesiapsiagaan masyarakat tentang bahaya banjir bandang dan cara menyelamatkan diri.
- d. Perencanaan tata ruang berbasis mitigasi bencana.

2.5 Kerusakan Infrastruktur Akibat Banjir Bandang

1. Rumah warga yang terdampak

Rumah warga yang rusak akibat terendam air dan lumpur sehingga tidak dapat digunakan sementara waktu

2. Jalan rusak

banjir yang deras mengikis badan jalan, menimbulkan retakan, lubang besar, bahkan membuat akses jalan tidak bisa dilalui.

3. Saluran drainase tersumbat dan rusak

Drainase dipenuhi lumpur dan sampah sehingga tidak berfungsi dengan baik dan memperparah genangan air.

4. Jaringan Listrik dan air terganggu

Tiang listrik, kabel, dan pipa air bersih mengalami kerusakan sehingga pasokan listrik dan air terganggu.

2.6 Konsep Kerugian Akibat Bencana

Dalam analisis teknik sipil, Kerugian akibat bencana dapat dibedakan menjadi kerugian langsung dan kerugian tidak langsung.

A. Pengertian kerugian langsung dan tidak langsung

1. Kerugian langsung

Kerugian langsung adalah kerugian yang terjadi secara segera akibat suatu kejadian, misalnya :

- a. Kerusakan bangunan akibat gempa bumi.
- b. Jalan atau jembatan yang rusak karena banjir.
- c. Infrastruktur pipa atau saluran air yang hancur.

2. Kerugian tidak langsung Kerugian tidak langsung adalah Dampak ekonomi akibat kerusakan fisik. misalnya :

- a. biaya transportasi tambahan karena jalan putus
- b. kerugian produksi karena pabrik berhenti.
- c. Kegunaan Estimasi Biaya Konstruksi
- d. Representatif nilai aset: biaya penggantian atau perbaikan merepresentasikan nilai ekonomi dari aset tersebut.
- e. Data tersedia: dokumen perencanaan, RAB, atau harga pasar material dan tenaga kerja bisa digunakan.
- f. Praktis untuk perhitungan cepat: mempermudah pembuatan laporan kerugian.

2.7 Metode Analisa Kerugian Infrastruktur Akibat Bencana

Analisis kerugian infrastruktur akibat bencana biasanya digunakan BNPB, Bappenas atau lembaga terkait untuk menghitung dampak ekonomi dan fisik setelah bencana. Dibawah ini ada beberapa tahapan kerugian infrastruktur, yaitu:

- 1. Inventarisasi aset publik dan kritis di Batu Busuak, seperti :
 - a. Jalan desa, jembatan gantung, dan jembatan beton.

- b. Gedung sekolah dan fasilitas Kesehatan.
- c. Saluran air, irigasi, dan jaringan Listrik.

Mengumpulkan data teknis: umur aset, bahan konstruksi, kapasitas, dan nilai penggantian.

2. Penilaian Kerusakan

Menentukan tingkat kerusakan akibat bencana seperti banjir, tanah longsor, atau gempa. Kategori kerusakan bisa berupa:

- a. Ringan (1–30%) : perbaikan non struktural
- b. Sedang (31–70%) : perbaikan struktural Sebagian
- c. Berat (71–99%) : perbaikan besar, sebagian aset tidak berfungsi
- d. Hancur (100%) : perlu dibangun ulang.

Penilaian bisa dilakukan melalui inspeksi lapangan oleh petugas teknik, dokumentasi foto, atau pemetaan berbasis drone/satelit.

3. Estimasi Biaya Konstruksi

- a. Menghitung biaya untuk memperbaiki atau mengganti aset yang rusak.
- b. Sumber biaya: dokumen RAB lokal, harga material dan tenaga kerja di Batu Busuak, serta tarif kontraktor setempat.

Rumus dasar Estimasi biaya konstruksi:

1. Rumus utama

$$\text{Estimasi Biaya} = \sum (V.Pekerjaan \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \quad (1)$$

2. Komponen Rumus

a. Volume Pekerjaan (V)

Disesuaikan dengan jenis infrastruktur:

- Panjang (m) → jalan, drainase
- Luas (m²) → perkerasan, pelat beton
- Volume (m³) → galian, timbunan, beton

Contoh:

$$V = P \times L \times T \quad (2.1)$$

b. Harga Satuan Pekerjaan (HSP)

Harga satuan terdiri dari:

$$\text{HSP} = \text{Biaya Material} + \text{Upah Tenaga Kerja} + \text{Biaya Alat} \quad (2.2)$$

Biasanya mengacu pada:

- Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP / SNI)
- Harga lokal setempat

3. Rumus Lengkap Estimasi Biaya

$$\text{Total Biaya} = \sum (V \times \text{HSP}) + \text{Biaya Overhead} + \text{Keuntungan} \quad (2.3)$$

atau disederhanakan:

$$\text{Total Estimasi} = \text{Biaya Langsung} \times (1 + 10\% \text{ s.d. } 15\%) \quad (2.4)$$

4. Perhitungan kerugian langsung dan tidak langsung

Mengidentifikasi dampak tambahan yang muncul akibat kerusakan :

- a. Terputusnya akses jalan menghambat distribusi barang dan layanan.
- b. Kerugian ekonomi lokal akibat aktivitas masyarakat terganggu.
- c. Biaya tambahan untuk transportasi alternatif atau evakuasi.

5. Analisa total Kerugian

- a. Menjumlahkan kerugian semua aset dan kategori untuk mendapatkan estimasi total kerugian.
- b. Bisa dibuat prioritas pemulihan: aset kritis seperti jembatan utama atau sumber air mendapat prioritas tinggi.

6. Pelaporan dan Rekomendasi

1. Menyusun laporan analisis kerugian di Batu Busuak.
2. Memberikan rekomendasi mitigasi bencana, seperti :
 - a. Perkuatan struktur jembatan atau bangunan penting
 - b. Peningkatan drainase dan sistem irigasi
 - c. Penataan wilayah rawan longsor atau banjir