

PUSAT MITIGASI DAN EDUKASI BENCANA ALAM BERBASIS RESILIENSI KAWASAN MERAPI- MERBABU DI BOYOLALI

Muchlis Iwan Nugroho¹, *Abito Bambang Yuwono²

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta,
Surakarta, Indonesia^{1,2},

Email: muchlisiwn@gmail.com¹, abito.yuwono@lecture.utp.ac.id²

***Penulis Koresponden**

ABSTRAK

Sejarah Artikel

Dikirim:

8 Agustus 2025

Ditinjau:

1 September 2025

Diterima:

25 September 2025

Diterbitkan:

24 Oktober 2025

Pusat mitigasi memiliki peran penting dalam meminimalisir risiko dampak pasca bencana melalui strategi yang terarah, salah satunya strategi edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah, terdapat kawasan rawan Merapi-Merbabu yang menjadi lokasi pelatihan dan simulasi kesiapsiagaan menghadapi gempa bumi, banjir, dan tanah longsor. Pelatihan dan simulasi ini dilakukan dengan pendekatan komunitas berbasis resiliensi. Resiliensi adalah kemampuan individu atau komunitas untuk beradaptasi, menghadapi, dan bangkit kembali dari bencana. Penelitian ini bertujuan merumuskan konsep desain Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Berbasis Resiliensi dengan pendekatan *green architecture*, sehingga bangunan yang dirancang mampu mewadahi kegiatan mitigasi sekaligus mengedukasi masyarakat dalam menghadapi potensi bencana alam. Penelitian ini menggunakan metode komparatif dengan membandingkan studi literatur sebab akibat dengan kebutuhan ruang yang ada. Penulisan ini mencakup mitigasi bencana alam, dan kondisi geografis Kabupaten Boyolali, serta konsep *Green Architecture*. Mitigasi bencana berfungsi sebagai upaya mengurangi risiko melalui pelayanan dan peningkatan kesadaran masyarakat. Kemudian juga mengupayakan edukasi yang berperan untuk membentuk pemahaman individu terhadap ancaman bencana.

Kata kunci: Pusat Mitigasi Bencana; Resiliensi Bencana; Merapi-Merbabu; *Green Architecture*

MITIGATION AND EDUCATION CENTER FOR NATURAL DISASTER BASED ON RESILIENCE MERAPI-MERBABU AREA IN BOYOLALI

ABSTRACT

Mitigation centers play an important role in minimizing the risk of post-disaster impacts through targeted strategies, one of which is an education strategy to raise public awareness. In Boyolali Regency, Central Java, there is a Merapi-Merbabu prone area which is the location for training and simulations on preparedness for earthquakes, floods, and landslides. This training and simulation is carried out using a community-based resilience approach. Resilience is the ability of individuals or communities to adapt, cope with, and recover from disasters. This study aims to formulate a design concept for a Resilience-Based

Disaster Mitigation and Education Center using a green architecture approach, so that the building designed is capable of accommodating mitigation activities while educating the community in facing potential natural disasters. This research uses a comparative method by comparing cause-and-effect literature studies with existing spatial requirements. This paper covers natural disaster mitigation, the geographical conditions of Boyolali Regency, and the concept of Green Architecture. Disaster mitigation serves as an effort to reduce risk through services and increased public awareness. It also seeks to provide education that plays a role in shaping individuals' understanding of disaster threats.

Keywords: *Disaster Mitigation Center; Disaster Resilience; Merapi-Merbabu; Green Architecture*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan risiko bencana alam tertinggi di dunia, menduduki peringkat ke-7 menurut UNESCO, karena letaknya di sabuk Alpide dan Cincin Api Pasifik. Kondisi ini membuat Indonesia rawan gempa bumi, letusan gunung berapi, tsunami, longsor, dan banjir. Oleh sebab itu, penting bagi masyarakat memiliki kesadaran dan pemahaman mitigasi bencana, karena upaya pengurangan risiko bencana adalah tanggung jawab bersama yang menuntut kolaborasi pemerintah, masyarakat, akademisi, dan media[1].

Provinsi Jawa Tengah mencerminkan tingginya potensi bencana dengan enam gunung berapi aktif seperti Merapi, Slamet, Sindoro, Sumbing, Dieng, dan Merbabu[2]. Sayangnya, tingginya risiko ini sering tidak diimbangi dengan kesadaran masyarakat yang masih rendah, sehingga penanganan darurat kurang maksimal. Dampaknya, kerugian jiwa dan lingkungan semakin besar. Karena itu, dibutuhkan edukasi kebencanaan, pemantauan ketat, serta semangat gotong royong untuk membangun resiliensi bersama[3].

Data BNPB mencatat luas potensi letusan Gunung Merapi di Jawa Tengah mencapai 28.239 hektare dengan risiko tinggi. Situasi ini menuntut peningkatan edukasi dan fasilitas mitigasi agar masyarakat lebih siap menghadapi bencana melalui pelatihan, simulasi, dan penanganan darurat[4].

Mitigasi bencana harus dirancang menyeluruh mulai dari tahap pra-bencana, saat bencana, hingga pasca-bencana. Edukasi, pelatihan kesiapsiagaan, evakuasi, serta pemulihan pasca-bencana harus melibatkan masyarakat secara aktif. Desain pusat mitigasi perlu memperhatikan aspek sosial budaya, akses yang inklusif, dan keterhubungan ruang agar dapat mendukung ketangguhan masyarakat melalui resiliensi[5].

Upaya mitigasi di Boyolali didukung Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) melalui BPBD yang melibatkan berbagai pihak. Namun, pelaksanaannya belum optimal karena rendahnya kesadaran masyarakat, sarana prasarana terbatas, dan teknologi yang belum dimanfaatkan maksimal. Karena itu, pelatihan dan sosialisasi perlu ditingkatkan agar Boyolali lebih tangguh dan siap bencana[6].

Masalah penanganan bencana perlu diselesaikan melalui pelatihan dan upaya penanganan kebencanaan yang selaras dengan visi, misi, tujuan, dan sasaran RPJPD Kabupaten Boyolali 2005–2025, yaitu mewujudkan daerah yang berdaya saing, aman, mandiri, dan sejahtera. Misi kedua, yaitu Boyolali Sehat, Tangguh, Cerdas, Berkarakter dan Berbudaya, menegaskan pentingnya mitigasi bencana dan

tindakan cepat sebagai wujud wilayah tangguh. Hal ini semakin relevan karena kualitas penanganan bencana di masyarakat masih belum optimal, sebagaimana didukung data pada tabel terkait.

Sebagai tanggapan atas permasalahan tersebut, perlu direncanakan pembangunan Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam di Boyolali. Fasilitas ini akan mendukung aktivitas kesiapsiagaan bencana, seperti edukasi, pelatihan, dan simulasi, bekerja sama dengan BPBD. Tujuannya adalah memfasilitasi upaya pengurangan risiko bencana melalui pembangunan fisik, peningkatan kesadaran, dan peningkatan kapasitas masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana[7].

TINJAUAN PUSTAKA

1. Pusat Mitigasi Edukasi

Pusat mitigasi adalah sebuah lembaga yang berfokus mewadahi untuk mengurangi risiko dampak bencana, baik melalui pembangunan infrastruktur maupun pelayanan kapasitas dan kesadaran masyarakat terhadap potensi ancaman bencana. Berdasarkan definisi tersebut, dapat disimpulkan bahwa mitigasi bencana memiliki peran krusial dalam menekan risiko serta menangani dampak bencana[3]. Sedangkan Dalam kehidupan sehari-hari, edukasi lebih dikenal sebagai proses belajar, di mana seseorang mengalami perubahan dari yang tidak tahu menjadi memahami dan menguasai sesuatu. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Kebencanaan memiliki Fungsi meliputi[8]:

- a. meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat terkait bencana dan pelestarian lingkungan.
- b. menumbuhkan kesiapsiagaan serta kemampuan mengurangi risiko bencana.
- c. memberikan edukasi dan keterampilan menghadapi situasi darurat.
- d. menanamkan kepedulian terhadap dampak psikologis korban.
- e. mengenalkan potensi kerawanan wilayah
- f. serta membentuk masyarakat yang memiliki solidaritas sosial dan tanggung jawab bersama dalam penanganan bencana.

2. Bencana Alam

Bencana alam merupakan kejadian alam meliputi letusan gunung berapi, gempa bumi, kekeringan, banjir, tsunami, kekeringan, angin topan, serta tanah longsor[7]

3. Resiliensi

Resiliensi adalah kemampuan individu atau komunitas untuk beradaptasi, menghadapi, dan bangkit kembali dari bencana. Yang memiliki prinsip : Kesiapsiagaan, Keterlibatan Komunitas, hubungan antarindividu, informasi yang akurat, evaluasi pascabencana, pembangunan berkelanjutan[9].

Untuk mendukung aspek keberlanjutan pada rancangan Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi, ruang-ruang pendukung harus mampu menunjang kesiapsiagaan, penanganan darurat, serta pemulihan korban setelah bencana. Adapun ruang-ruang yang dibutuhkan meliputi[10]:

- a. Area kedatangan yang mencakup administrasi kedatangan,
- b. Tempat penyimpanan barang bawaan, dan pemeriksaan kesehatan

- c. Ruang pemeriksaan administrasi
- d. Ruang konsultasi psikologi yang meliputi pemeriksaan kondisi psikologis dan pendampingan pemulihan
- e. Ruang apotek
- f. Ruang terapi yang berfungsi untuk pengarahan istirahat dan pemberian arahan terapi bagi korban bencana

4. Green Architecture

Green Architecture memiliki tujuan untuk mewujudkan konsep yang ramah lingkungan, menerapkan prinsip arsitektur alami[11], yang mendukung pembangunan berkelanjutan dengan pemanfaatan energi seperti air pemanfaatan material lokal secara lebih efisien dalam proses pembangunan[11].

Kemudian berdasarkan penyebabnya, bencana dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, diantaranya bencana yang dipicu oleh faktor alam (*natural disaster*), bencana yang disebabkan oleh kesalahan teknis (*technological-caused disaster*), dan bencana yang diakibatkan oleh kegiatan manusia (*human-caused disaster*)[12].

5. Penanganan Resiliensi Trauma pasca bencana

Pemulihan trauma melalui penanganan perilaku terdiri dari lima tahap utama: motivasi, terapi, inkubasi, tindak lanjut, dan evaluasi mandiri[10].

- a. Motivasi adalah tahap awal yang bertujuan membangkitkan kemauan korban untuk pulih..
- b. Tahap terapi dilakukan setelah motivasi terbentuk, dengan fokus pada penanganan perilaku untuk mendukung pemulihan korban.
- c. Inkubasi berperan sebagai masa penyesuaian, memberi waktu bagi korban untuk belajar mandiri sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.
- d. Tindak lanjut mencakup penilaian oleh tenaga profesional untuk menentukan apakah korban perlu kembali ke tahap motivasi atau dapat melanjutkan ke evaluasi mandiri.
- e. Evaluasi mandiri merupakan tahap akhir, di mana keseluruhan proses pemulihan ditinjau sebelum korban dapat kembali beradaptasi di lingkungan masyarakat.

6. Penarapan Strategi Green Architecture dalam Resiliensi

Pemanfaatan material berkelanjutan seperti bambu, baja hasil daur ulang, dan kayu reklamasi dapat membantu menekan dampak lingkungan setelah terjadi bencana. Penerapan sistem efisiensi energi dan konsep bangunan hijau[13], misalnya pemasangan panel surya, penggunaan ventilasi alami, serta pemanenan air hujan, mampu mengurangi biaya energi sekaligus menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Penggunaan material lokal juga bermanfaat untuk menekan emisi transportasi dan mendukung perekonomian masyarakat setempat. Di samping itu, konstruksi harus mengutamakan ketahanan dan kekuatan agar mampu menghadapi bencana di masa mendatang[14].

7. Sistem Perencanaan Air Kotor Untuk Diolah, terdapat beberapa perencanaan yang harus diperhatikan[15]:

- a. Penerapan Teknologi Daur Ulang Air.
Pemasangan sistem daur ulang air yang efisien dan ramah lingkungan menjadi langkah awal yang penting. Teknologi ini memungkinkan air digunakan kembali tanpa menurunkan kualitas layanan.
- b. Edukasi dan Peningkatan Kesadaran.
- c. Meningkatkan pemahaman karyawan hotel, pusat perbelanjaan, dan penghuni mengenai pentingnya daur ulang air serta cara penggunaannya secara tepat agar sistem dapat berfungsi secara optimal.
- d. Dukungan Kebijakan dan Pemberian Insentif.
- e. Pemerintah dapat memberlakukan aturan atau menyediakan insentif bagi sektor usaha yang mengadopsi sistem daur ulang air, untuk mendukung pengelolaan air yang berkelanjutan.
- f. Kerja Sama dan Berbagi Praktik Terbaik,
Hotel maupun pusat perbelanjaan dapat saling bekerja sama dalam berbagi pengalaman dan strategi penerapan daur ulang air, sehingga teknologi ini dapat diimplementasikan secara lebih luas dan efektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan data deskriptif berupa narasi dan hasil observasi. Analisis data dilakukan dengan Mengelola aspek pelaku aktivitas, kebutuhan ruang, pola tata ruang, serta sirkulasi pada objek studi. Tahapan penelitian ini disusun sebagai dasar untuk mendukung proses perancangan. Adapun langkah langkah penelitian dalam perencanaan Pusat Mitigasi Dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi Kawasan Merapi-Merbabu Di Boyolali sebagai berikut :

1. Menggunakan Studi Literatur dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber literatur yang berkaitan dengan Pusat Mitigasi bencana berbasis resiliensi
2. Melakukan analisa secara langsung dan menggali informasi terkait situasi dan kondisi eksisting di lapangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. ANALISIS

1. Lokasi

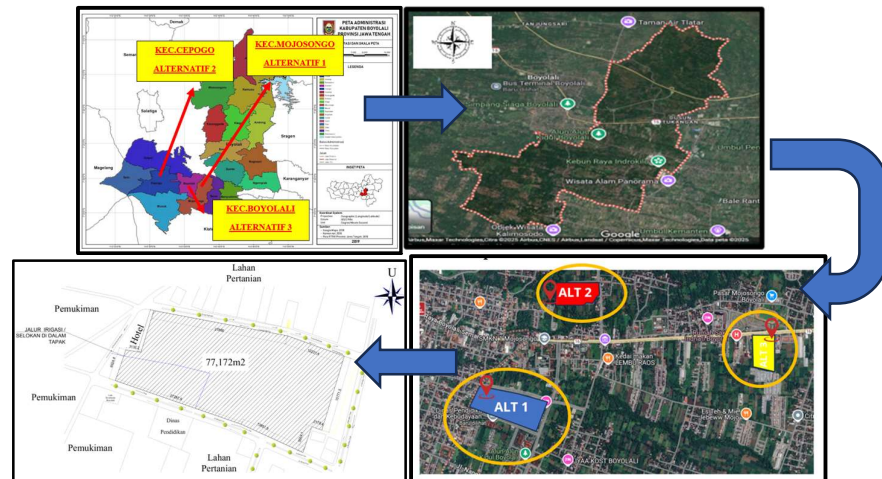
Berdasarkan analisa pemilihan tapak, maka diperoleh tapak Pusat Mitigasi Dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi Kawasan Rawan Bencana Merapi-Merbabu Di Boyolali di Kota yang berada di Jalan Ahmad Yani, Kelurahan Kemiri, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah. Tapak terpilih memiliki kriteria sebagai berikut:

Lokasi Tapak : Jalan Ahmad Yani, Kelurahan Kemiri, Kecamatan Mojosongo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah
Luas Tapak : 77,172 m²
Fungsi Tapak : Kompleks Pemerintahan

Batasan tapak : Utara : Jln. Jendral Sudirman, Lahan Kosong
Selatan : Jln. Ahmad Yani, Gedung dinas pendidikan kabupaten Boyolali
Timur : Frontone Budget Hotel Boyolali
Barat : Lahan Kosong, Hotel Pondok Asri Boyolali

Lokasi tersebut sudah sesuai dengan, Pemkab Boyolali 09 Nomor 9 Tahun 2011 tentang RTRW Boyolali 2011-2031 dan RPJMD Kabupaten Boyolali 2021-2026 dimana :

- Lokasi sesuai dengan RTRW dan RDTR yang berlaku,
- Berada di zona risiko bencana rendah, tidak berada di Kawasan Rawan Bencana (KRB) III
- Berada di jalan utama nasional, dilewati transportasi umum
- Dekat dengan jaringan listrik, air bersih, dan telekomunikasi.
- Tersedia lahan evakuasi yang memadai dan dekat.



Gambar 1. Tapak Terpilih
Sumber: Penulis 2025

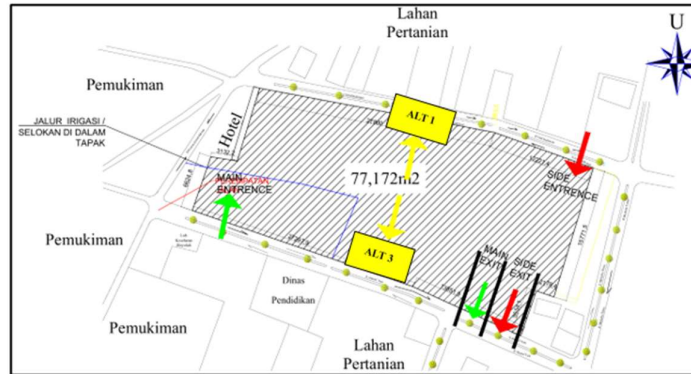
2. Analisa Tapak

A. Pencapaian Main & Side Entrance/Exit:

- Main Entrance di Jl. Ahmad Yani menjorok ke dalam untuk mencegah macet sedangkan untuk Main Exit diakses pengelola dan kendaraan evakuasi.
- Side Entrance di Jl. Jendral Sudirman untuk kendaraan besar/pengelola, sedangkan Side Exit untuk kendaraan servis dengan jalur keluar terpisah.

B. Orientasi:

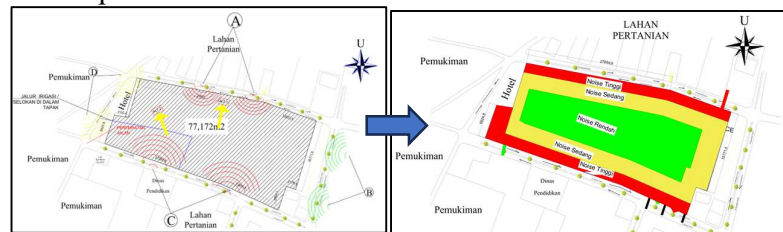
- Bangunan menghadap selatan (Jl. Ahmad Yani) sebagai fokus utama (point of interest).
- Orientasi sekunder berfungsi untuk mendukung kesan keterbukaan dan ramah bagi masyarakat yang mengarah ke utara



Gambar 2. Analisa Pencapaian dan Orientasi Tapak
Sumber: Penulis 2025

C. Kebisingan:

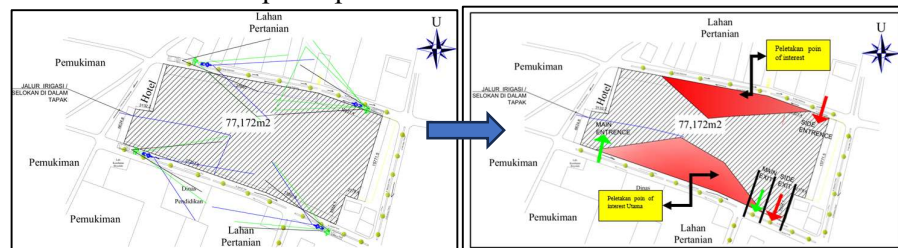
- 1) Bangunan ditarik masuk, pagar difungsikan sebagai peredam suara.
- 2) Penataan ruang berdasarkan tingkat bising & vegetasi di sekeliling tapak.



Gambar 3. Analisa Kebisingan Tapak
Sumber: Penulis 2025

D. Titik Tangkap:

- 1) Pada Area terbuka difungsikan sebagai titik tangkap dengan intensitas pengguna tinggi.
- 2) Peletakan sculpture sign-in bangunan dan peletakan air mancur di area depan tapak.

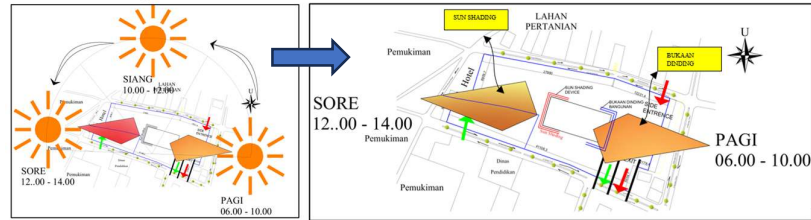


Gambar 4. Analisa Titik Tangkap
Sumber: Penulis 2025

E. Matahari:

- 1) Pemanfaatan *Secondary skin* di sisi barat & bukaan maksimal di timur mendukung *Green Architecture*.

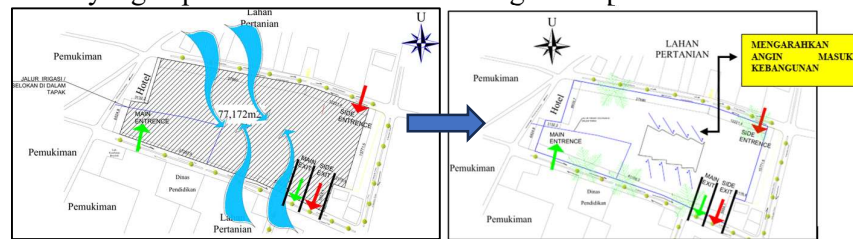
- 2) Vegetasi peneduh & panel surya dimanfaatkan untuk efisiensi energi.



Gambar 5. Analisa Klimatologi Matahari
Sumber: Penulis 2025

F. Angin:

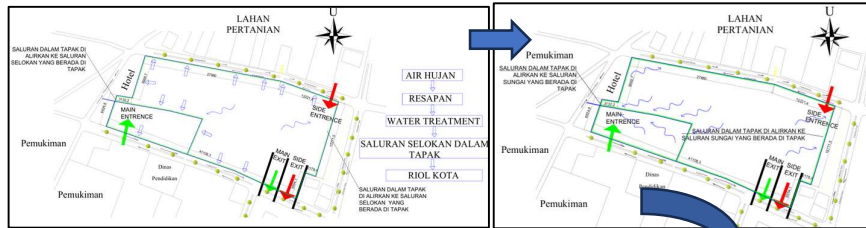
- 1) Penggunaan *Secondary skin*/kisi-kisi menyaring angin tanpa hambat sirkulasi udara.
- 2) Pemanfaatan Vegetasi seperti trembesi/angsana/bambu Jepang jadi wind barrier di selatan.
- 3) Memanfaatkan stack effect dengan ventilasi atap atau skylight yang dapat dibuka untuk membuang udara panas.



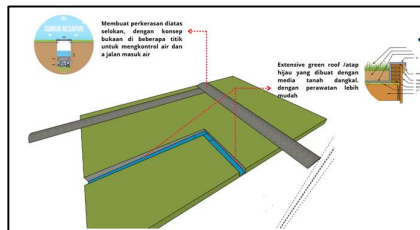
Gambar 6. Analisa Klimatologi Angin
Sumber: Penulis 2025

G. Hujan:

- 1) Mengelola tapak pada tempat Parkir lebih rendah dengan grass block/paving block sebagai resapan air.
- 2) Mempertahankan kondisi eksisting saluran irigasi selokan untuk membantu mengolah air hujan sebelum di alirkan ke saluran kota.
- 3) Melakukan fill pada tapak untuk Menyesuaian kontur dilakukan per kavling untuk mencapai elevasi yang stabil dan aman dari banjir.
- 4) Memanfaatkan air hujan sebagai sumber air bersih dengan menerapkan sistem water treatment dan Memanfaatkan Eksisting saluran selokan tapak selebar 1,5 meter dan kedalaman 1 meter dimanfaatkan sebagai jalur limpasan akhir air hujan setelah disaring/diolah sebelum di alirkan ke saluran kota.



Gambar 7. Analisa Klimatologi Hujan



Gambar 8. Konsep Drainase Tapak
Sumber:Penulis 2025

- 5) Pengendalian Air Hujan, Memanfaatkan selokan eksisting, sumur resapan, vegetasi, serta area parkir berpori (grass block/paving) untuk meningkatkan serapan.
- 6) Pengolahan & Pemanfaatan, Air hujan diolah melalui sistem water treatment dan drainase tapak, sebagian dimanfaatkan untuk kebutuhan non-potable (menyiram tanaman, taman air).
- 7) Penyesuaian Tapak, Kontur disesuaikan (fill), elevasi selokan ditata, serta bangunan ditinggikan untuk mencegah genangan/banjir.
- 8) Perlindungan Bangunan, Meninggikan bangunan dengan akses tangga/ramp dan menambahkan tritisan untuk mengurangi tampias.

B. TINJAUAN STUDI PRESEDEN

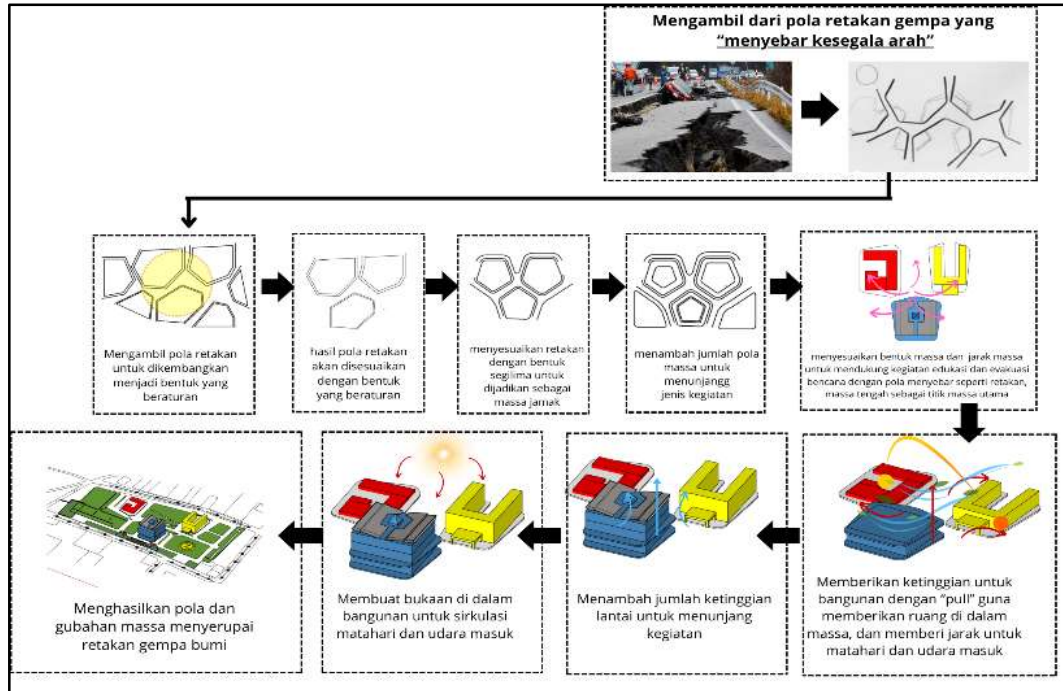
TABEL 1 . STUDI PRESEDEN BANGUNAN

Kriteria	Tokyo Rinkai Disaster Prevention Park	Yokohama Disaster Risk Reduction Center	Kantor BNPB Pusat DKI Jakarta
Luas dan Lokasi	 Berlokasi di Ariake, Tokyo, dengan luas sekitar 13 hektar, menjadikannya salah satu pusat mitigasi bencana terbesar di Jepang	 Terletak di Yokohama, Prefektur Kanagawa, dengan skala lebih kecil dibandingkan Tokyo Rinkai tetapi tetap representatif untuk edukasi kebencanaan	 Terletak di Jakarta sebagai pusat kendali nasional dengan luas yang disesuaikan untuk kebutuhan operasional dan koordinasi kebencanaan
Tata Ruang dan Fasilitas	 Memiliki zona simulasi bencana, pusat komando, area evakuasi, serta fasilitas edukasi interaktif	 Dilengkapi dengan ruang edukasi bencana, laboratorium mitigasi, serta area pelatihan yang mendukung pemahaman masyarakat tentang bencana	 Memiliki ruang operasional darurat, pusat data kebencanaan nasional, serta fasilitas koordinasi antar instansi terkait
Fungsi Utama	 Berfungsi sebagai pusat pelatihan dan edukasi kesiapsiagaan bencana bagi masyarakat umum	 Selama bencana besar, pusat ini berfungsi sebagai tempat evakuasi sementara bersama Taman Pusat Sawatari dan menjadi basis pertolongan pertama. Juga ditetapkan sebagai penampungan dekat Pintu Keluar Barat Stasiun Yokohama bagi mereka yang terdampak, dengan persediaan air, selimut, dan kebutuhan darurat lainnya.	 Berperan sebagai pusat kendali nasional dalam koordinasi penanggulangan bencana di Indonesia, dan terdapat fasilitas edukasi untuk pengunjung.

Sumber: Penulis 2025

C. GUBAHAN MASSA

Pada Konsep gubahan massa untuk merepresentasikan bentuk bangunan secara 3d, berikut merupakan hasil konsep analisa gubahan massa:



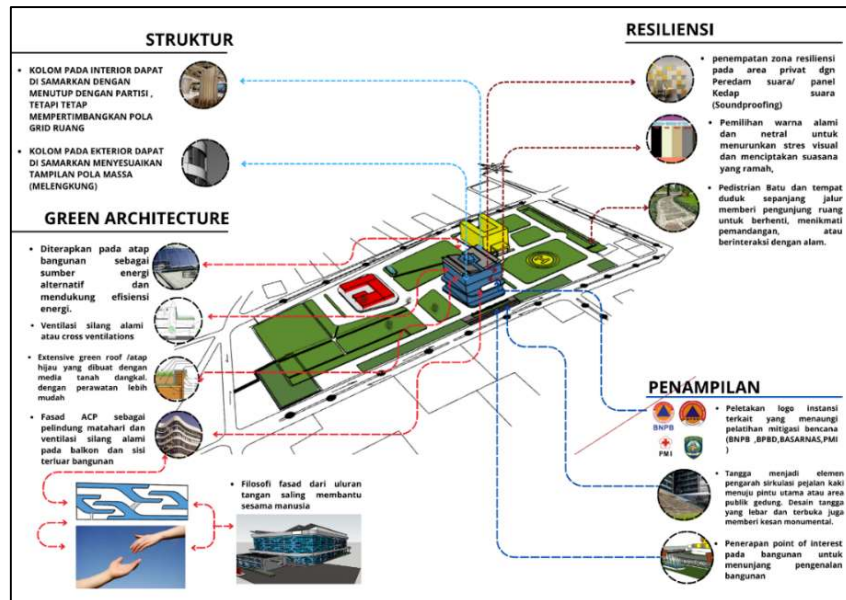
Gambar 2. Konsep Gubahan Massa
Sumber: Penulis 2025



Gambar 10. Hasil Pengolahan Gubahan Massa pada Tapak
Sumber:Penulis 2025

D. PENAMPILAN BANGUNAN

Pada Konsep gubahan massa untuk merepresentasikan bentuk bangunan secara 3d, berikut merupakan hasil konsep analisa Penampilan bangunan pada massa bangunan:



Gambar 3. Penampilan Bangunan
Sumber: Penulis 2025

E. KONSEP PROGRAM RUANG

Konsep Program ruang merupakan hasil dari analisa Program ruang pada aktivitas di dalam Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi. yang terdiri dari kelompok pelaku kegiatan, macam ruang, besaran ruang, persyaratan ruang, dan hubungan antar ruang sebagai berikut:

1. Pelaku Kegiatan

Seluruh pelaku kegiatan tersebut melakukan berbagai aktivitas yang dikelompokkan ke dalam empat kategori utama sebagai berikut:

- Kegiatan Pengelola
- Kegiatan Utama Pelatihan dan Simulasi
- Kegiatan Penunjang Tanggap Darurat dan Logistik
- Kegiatan Servis

2. Personil, Aktivitas dan Kebutuhan Ruang

Analisis aktivitas Kebutuhan Ruang merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan oleh pelaku kegiatan serta ruangan yang dibutuhkan dalam melakukan aktifitas tersebut.

3. Perhitungan Acuan Kapasitas Besaran Ruang

Jumlah perhitungan besaran ruang yang direncanakan berdasarkan pertimbangan diatas berikut:

TABEL 2. PERHITUNGAN ACUAN BESARAN RUANG

Uraian	Jumlah / Keterangan
Total penduduk resiko terdampak	86.024 orang
Kapasitas peserta per sesi pelatihan	50 orang
Total sesi pelatihan dibutuhkan	1.721 sesi ($86.024 \div 50$)
Jumlah sesi per hari (2 sesi $\times$ 3 kelas)	6 sesi
Total hari pelatihan	287 hari ($1.721 \div 6$)
Hari kerja efektif (tidak termasuk Sabtu-Minggu)	205 hari simulasi (287 - 82 hari libur)
Kapasitas gedung pengungsian per unit	± 550 orang (berdasarkan studi literatur barak)

Sumber:Penulis 2025

4. Rekapitulasi Besaran Ruang

Jumlah perhitungan rekapitulasi besaran ruang yang direncanakan berdasarkan perhitungan diatas sebagai berikut:

Tabel 3. REKAPITULASI BESARAN RUANG

No	Rekapitulasi	Besaran Ruang (m2)
1	Kelompok Kegiatan Pengelola Operasional	1.019
2	Kegiatan Utama Pelatihan Dan Resiliensi	44.443
4	Kegiatan Utama Tanggap Darurat Dan Logistik	47.841
5	Kelompok Kegiatan Servis	657
6	Kelompok Kegiatan Parkir tertutup	4.589
	TOTAL	98.549
	flow 40%	98.549

No	Area pelatihan dan area outdoor RTH	Besaran Ruang (m2)
1	Zona Pelatihan Penanganan longsor	207
2	Pelatihan CSSR (Collapsed Strukture Search and Rescue)	191
3	Zona Kolam Water Rescue	3.016
4	Zona pelatihan high angle rescue technique	4.531

5 area taman	1.251
TOTAL	9.196
flow 40%	9.196.20

Sumber:Penulis 2025

Berdasarkan Pemerintah Kabupaten Boyolali, melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, menetapkan bahwa Koefisien Dasar Bangunan (KDB) adalah 60% dan Koefisien Dasar Hijau (KDH) sebesar 40%, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Daerah Nomor 12 Tahun 2011. untuk pemanfaatan ruang yang sudah ada dan telah memiliki izin sebagai berikut [29] :

KDB : 40% x Dari luas tapak

: 40% x 77,170 m²

: 30,868 m²

Pelatihan Outdoor : Area outdoor + KDH

: 9.196 m² + 30,868 m²

: 49.004 m²

Luasan Tapak : 77,170 m²

Kebutuhan ruang : 98,549 m²

Jumlah Lantai Max bangunan Pelatihan : kebutuhan ruang/LD

: 98,549 m²/30,868 m²

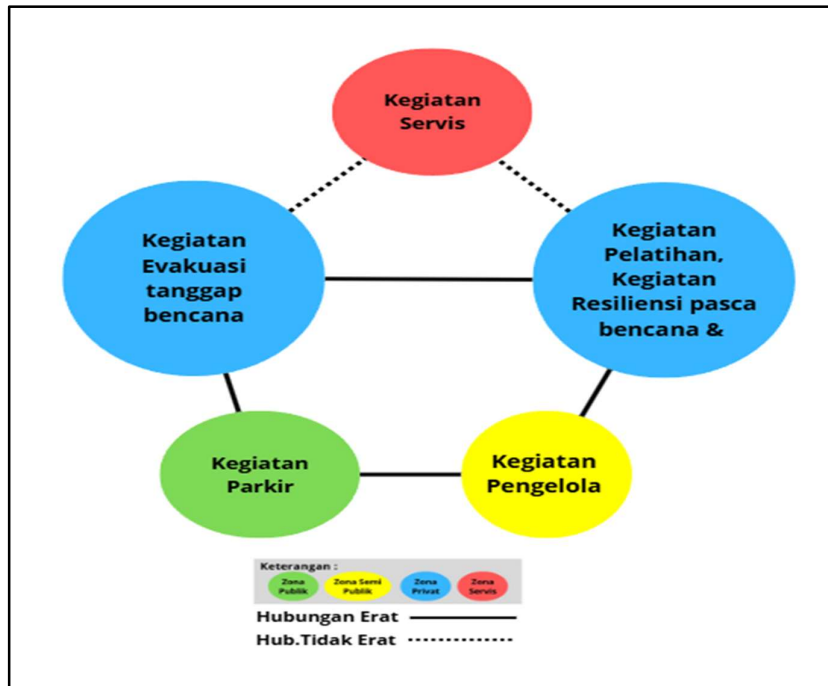
: 3,192 (dibulatkan menjadi 3 lantai)

Berdasarkan Bangunan fasilitas mitigasi bencana direncanakan setinggi 3 lantai guna mengakomodasi seluruh fungsi utama secara terpadu. Namun demikian, sebagian aktivitas seperti pelatihan dan simulasi akan dialihkan ke ruang terbuka yang telah dirancang secara fungsional, sehingga kebutuhan ruang dalam bangunan dapat dikurangi tanpa mengurangi efektivitas operasionalnya.

5. Konsep Organisasi Ruang

Konsep Organisasi ruang merupakan hasil dari analisa organisasi ruang pada Organisasi Ruang pada pada Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi Di Boyolali terbagi menjadi organisasi

antara kelompok ruang dan antar ruang dalam kelompok seperti tertera pada gambar berikut.



Gambar 4. Organisasi Ruang
Sumber: Penulis 2025

F. ZONNING

Konsep Zonifikasi pada Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam Berbasis Resiliensi Di Boyolali Berdasarkan sifatnya, zona tapak dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu: Zona Publik, Zona Semi Publik, Zona Privat, dan Zona Service.

1. Zona Publik

Zona dengan fungsi sebagai area kegiatan publik yang dapat digunakan oleh seluruh pengguna bangunan. Pada zona ini dapat digunakan sebagai area kedatangan dan penerimaan dengan dasar pertimbangan:

- Bersifat umum dan dapat diakses semua orang
- Letak dekat dengan jalan utama atau pencapaian
- Akses Mudah untuk dicapai untuk kegiatan evakuasi dan pelatihan
- Tidak terpengaruhi oleh kebisingan yang tinggi

2. Zona Semi Publik

Zona ini merupakan area peralihan antara ruang publik dengan area privat. Area ini dapat difungsikan sebagai area penunjang pada bangunan mitigasi dan edukasi seperti area lanscape dan hall dengan dasar pertimbangan sebagai berikut:

- a. Area hanya diakses oleh orang tertentu.
- b. Memerlukan pengelolaan kebisingan dari luar tapak/bangunan
- c. kemudahan akses dengan zona lainnya

3. Zona Privat

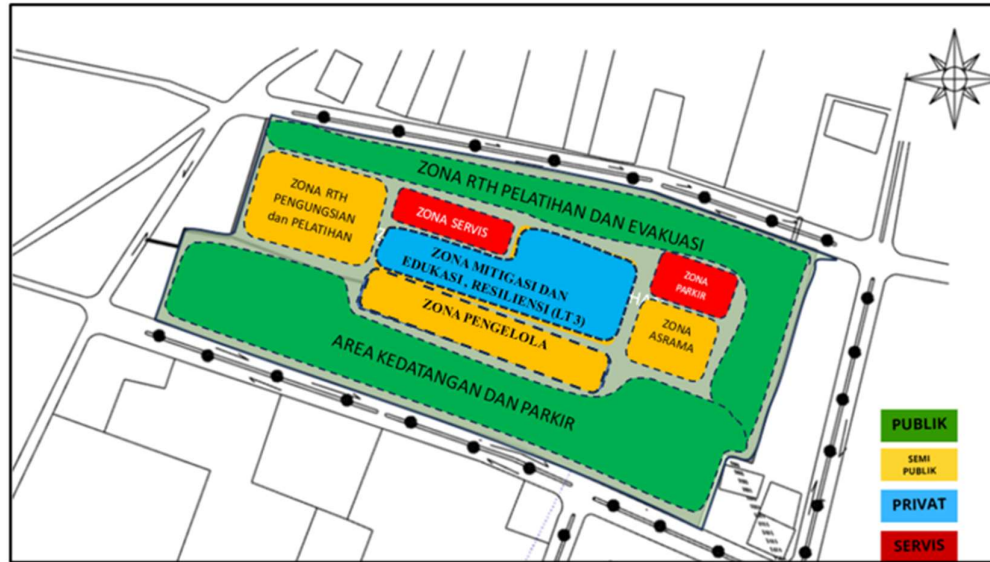
Zona ini memiliki tingkat akses yang terbatas dan diperuntukkan bagi pengguna dengan kepentingan khusus. Zona ini sesuai untuk difungsikan sebagai area pengelolaan, ruang pelatihan, maupun ruang resiliensi, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. Tingkat kebisingan rendah atau tenang
- b. Bersifat rendah
- c. Tingkat privasi pengguna

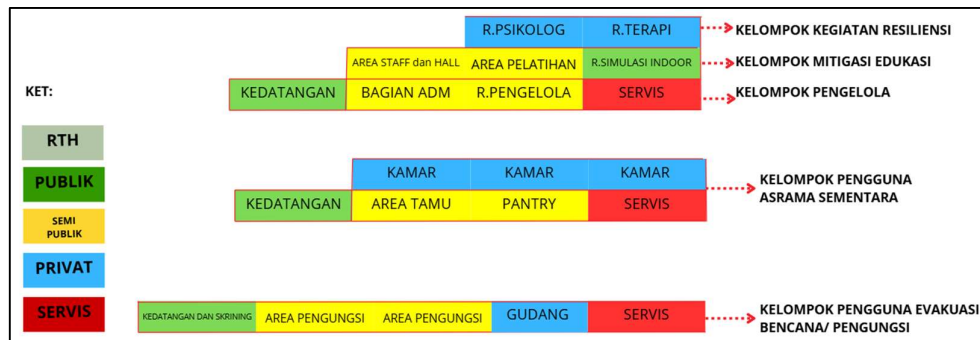
4. Zona Service

Zona dengan fungsi sebagai area penunjang pelayanan bangunan dengan kriteria sebagai berikut:

- a. Menunjang keberadaan fungsi utama bangunan
- b. Berdekatan dengan pencapaian samping (*Side Entrance*)
- c. Tidak mengganggu aktivitas utama..



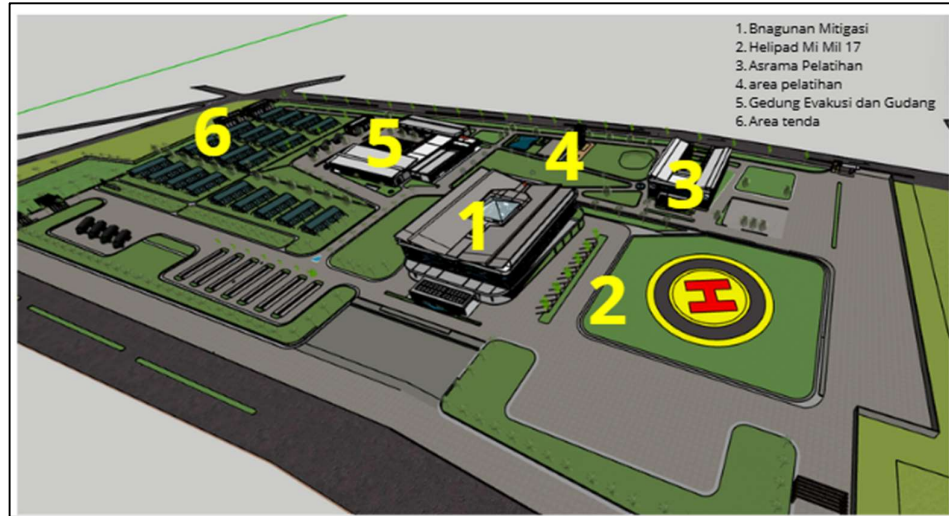
Gambar 5. Zoning Tapak
Sumber: Penulis 2025



Gambar 6. Zoning Vertikal
Sumber: Penulis 2025

G. HASIL DESAIN

Massa Berdasarkan transformasi desain, dihasilkan desain gubahan massa Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam berbasis resiliensi di kawasan Merapi-Merbabu, Boyolali sebagai berikut:



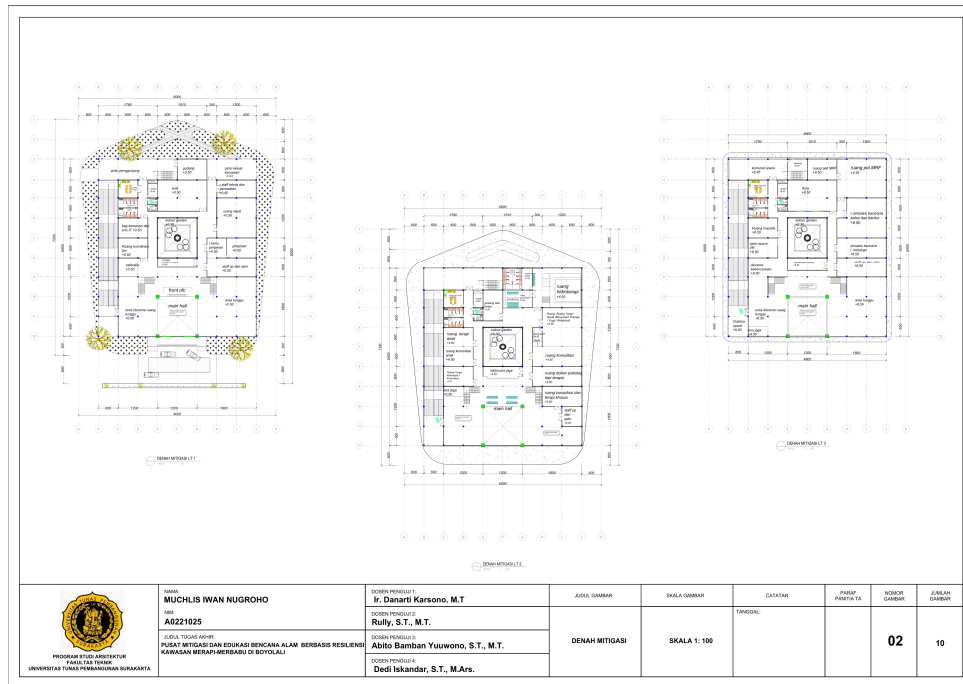
Gambar 15. Desain Tapak
Sumber: Penulis 2025

Tampilan gubahan massa pada bangunan Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana Alam berbasis resiliensi di kawasan Merapi-Merbabu, Boyolali di respon sebagai berikut:

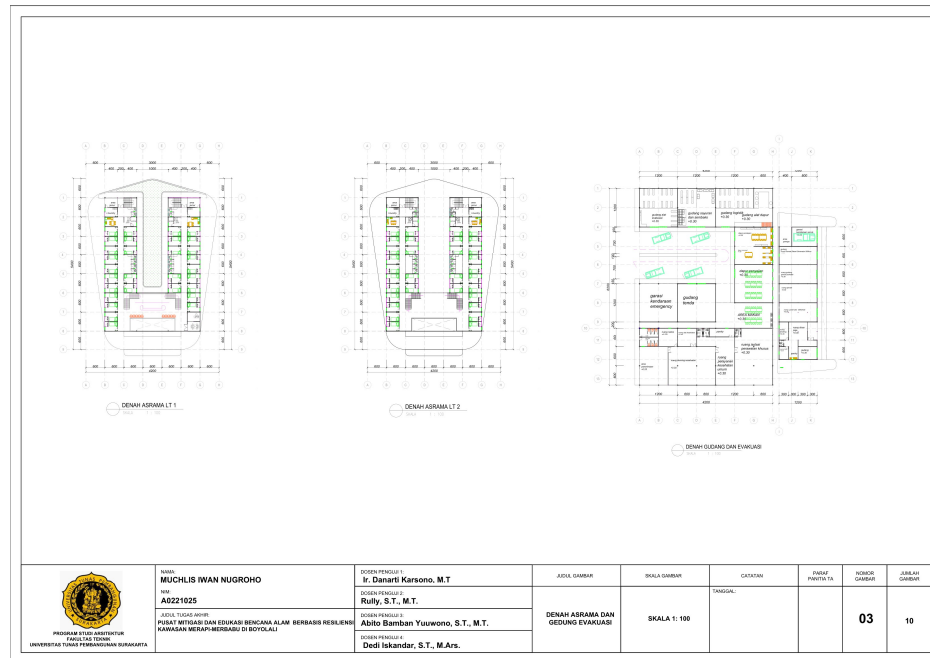
- a) Fungsi bangunan sebagai :
1. Bangunan Mitigasi
 2. Helipad Mi Mil 17, Kapasitas 30-36 Penumpang dengan diameter landasan 21 m²
 3. Asrama Pelatihan
 4. area pelatihan
 5. Gedung Evakuasi dan Gudang Alat dan Logistik
 6. Area tenda, menggunakan tenda compi dengan kapasitas muat pengungsi 20 orang,
- b) Area tenda memanfaatkan lahan RTH, guna mendukung resapan air, dan memaksimalkan lahan yang tersedia
- c) Memaksimalkan iklim lingkungan buatan berupa danau buatan untuk Menurunkan suhu udara (efek pendinginan alami), Air memiliki kapasitas panas yang tinggi sehingga dapat menyerap panas di siang hari dan melepaskannya perlahan di malam hari. Ini membantu menurunkan suhu udara sekitar, terutama di kawasan panas.

- d) Danau buatan lanskap dan memberi kesan tenang serta menyegarkan secara psikologis, yang penting dalam lingkungan edukatif atau publik, dan berfungsi sebagai kolam *rescue*.

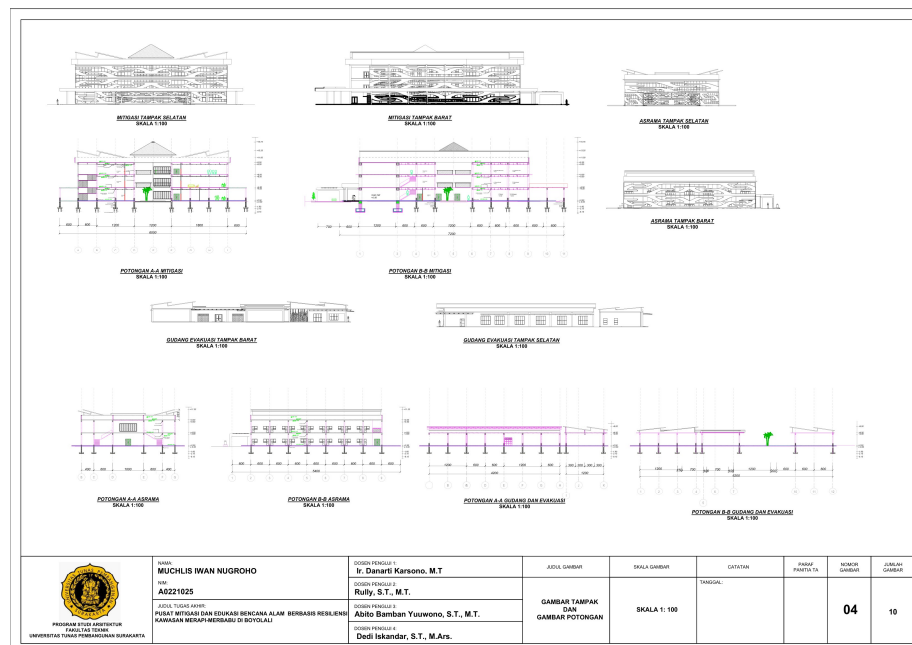
Gambar Kerja



Gambar 7. Denah Gedung Mitigasi
Sumber: Penulis 2025



Gambar 17 Denah Asrama dan Evakuasi
Sumber: Penulis 2025



Gambar 18. Gambar Tampak dan Potongan
Sumber: Penulis 2025

Gambar Perpesktif dan rendering



Gambar 8. Pusat Mitigasi
Sumber:Penulis 2025



Gambar 209. Gedung Asrama
Sumber:Penulis 2025



Gambar 21. Gedung
evakuasi dan logistik
Sumber:Penulis 2025



Gambar 102. Landasan
Helikopter.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 11. Tenda Huntara.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 124. Area
pelatihan.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 25. Landasan
Helikopter.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 26. Area klinik
evakuasi.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 27. Gudang
Logistik.
Sumber:Penulis 2025



Gambar 13. Area pelatihan
indoor
Sumber:Penulis 2025



Gambar 29. Ruang Tidur
Asrama
Sumber:Penulis 2025



Gambar 14. Dapur Umum
Sumber:Penulis 2025

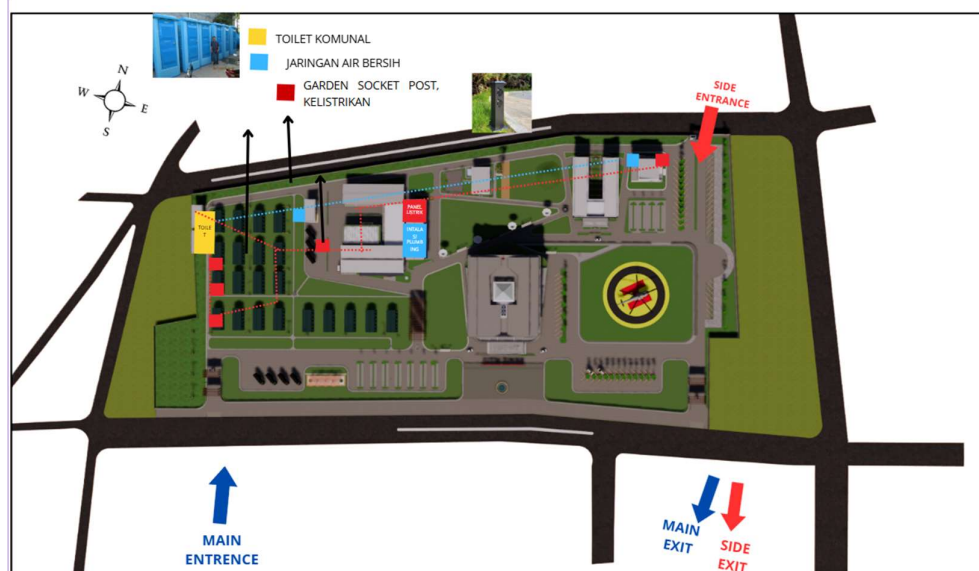
Perpektif Siteplan



Gambar 31. Perpektif Siteplan
Sumber: Penulis 2025

Ilustrasi Sistem Instalasi Siap Pakai (*plug-and-play*) pada RTH

Berikut adalah skema konseptual instalasi air bersih dan air kotor untuk Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang disiapkan sebagai area pengungsian, dengan sistem siap pakai (*plug-and-play*) saat tenda didirikan:



Gambar 32. Ilustasi Siap Pakai
Sumber: Penulis 2025

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar dilakukan praktik lapangan berupa uji penerapan desain Pusat Mitigasi dan Edukasi Bencana secara nyata melalui *pilot project* di kawasan rawan bencana Merapi-Merbabu. Hal ini dapat melibatkan kolaborasi dengan pemerintah daerah, BPBD, dan masyarakat setempat untuk melihat efektivitas desain dalam mendukung edukasi dan simulasi bencana.

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan kajian lebih mendalam mengenai perilaku pengguna bangunan saat bencana, efektivitas penerapan *green architecture* dalam kondisi darurat, serta integrasi teknologi digital untuk sistem peringatan dini dan edukasi masyarakat.

REFERENSI

- [1] D. FM Arbi, "Seminar Nasional Ilmu Teknik dan Aplikasi Industri ANALISIS TINGKAT RESIKO KAWASAN BENCANA GUNUNG MERAPI," vol. 6, 2023.
- [2] PKP Jawa Tengah, "No Title," Perkim. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://perkim.id/profil-pkp/profil-provinsi/profil-perumahan-dan-kawasan%0Apermukiman-provinsi-jawa-tengah/>.
- [3] M. Danil, "Manajemen Bencana Alam," *Univ. Dharmawangsa*, no. November, pp. 7–14, 2021, [Online]. Available: <https://proceeding.dharmawangsa.ac.id/index.php/PROSUNDHAR/article/viewFile/2/25>
- [4] BNPB, "Dokumen Kajian Risiko Bencana Nasional Provinsi Jawa Tengah 2022 - 2026," *Kedeputan Bid. Sist. dan Strateg. Direktorat Pemetaan dan Eval. Risiko bencana*, p. 173, 2021.
- [5] T. K. Maharani, Sumaryoto, and Musyawaroh, "Penerapan konsep mitigasi publik," *Senthong J. Ilm. Mhs. Arsit.*, vol. 4, no. 2, pp. 629–638, 2021.
- [6] P. Boyolali, "Hadapi Bencana, FPRB Boyolali Mulai Dibentuk," Pemerintah Kabupaten Boyolali. Accessed: Mar. 05, 2025. [Online]. Available: <https://boyolali.go.id/news/hadapi-bencana-fprb-boyolali-mulai-dibentuk#:~:text=Forum Pengurangan Resiko Bencana %28FPRB%29 mulai dibentuk melalui,mengurangi resiko bencana yang ada di Kota Susu.>
- [7] P. Indonesia, "UU Nomor 24 Tahun 2007," 2007.
- [8] A. P. Nugroho, "Bab 2 tinjauan umum fasilitas pelatihan kebencanaan dan fasilitas pendidikan darurat 2.1.," in *UAJ, JOGJAKARTA*, 2020, pp. 18–61. [Online]. Available: <http://e-journal.uajy.ac.id/id/eprint/28905>
- [9] K. D. Priyono, "Penguatan Resiliensi Komunitas Berkelanjutan sebagai Upaya Adaptasi Perubahan dalam Pengurangan Risiko Bencana Wilayah Tropis Universitas Muhammadiyah Surakarta," 2024.
- [10] C. P. Renganes, "Resilience Center," 1860, p. 2011.
- [11] R. W. FP Rakhmanty, "VERTICAL URBAN FARMING CENTER YANG INOVATIF," in *Journal of Architecture, Cultural, and Tourism Studies*, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, 2024, pp. 51–61.
- [12] A. Heryana, "Pengertian dan Jenis-jenis Bencana," pp. 1–8, 2020.
- [13] D. K. MH Ashidiqi, T Hartanto, "PENGEMBANGAN EQUESTRIAN ARENA BERTARAF INTERNASIONAL DI SRAGEN Berpendekatan

- [14] Green Architecture,” Universitas Tunas Pembangunan Surakarta, 2023, p. 2. Administrator, “Why Eco Construction Services are Essential for Disaster Recovery and Restoration,” roofing restoration. Accessed: Mar. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.sustainable-restoration.com/uncategorized/why-eco-construction-services-are-essential-for-disaster-recovery-and-restoration/>
- [15] Grinvirobiotekno.com, “eknologi Daur Ulang Air: Pengolahan Air untuk Mengatasi Krisis Air Bersih 2040,” grinvirobiotekno.com. Accessed: Mar. 20, 2025. [Online]. Available: <https://grinvirobiotekno.com/2024/01/10/water-recycle-pengolahan-air/>
-