

**PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MITIGASI BENCANA
GUNUNG MERAPI DI LOKASI WISATA DELES INDAH
KEMALANG BERBASIS *BARCODE* MELALUI METODE TRIZ
(Studi Kasus: Lokasi Wisata Deles Indah Kemalang)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



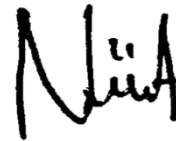
Nama : Nasya Jeva Maharani
No. Mahasiswa : 21522020

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Klaten, 13-05-2026



(Nasya Jeva Maharani)
21522020

SURAT BUKTI PENELITIAN

Kepada Yth.
Kepala BAPPERIDA
KAB. KLATEN
C/q. Kepala Bidang Riset dan Inovasi
BAPPERIDA Kab. Klaten
Di - KLATEN

Perihal : Persetujuan Mahasiswa Ijin Penelitian Tugas Akhir

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : Agung Kurniawan Prasetya, SH
N I P : 198502252011011005
Jabatan : Kepala Subbagian Umum & Kepegawaian
Instansi : Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Klaten
Menyetujui dan bersedia menerima mahasiswa/i :
Nama : Nasya Jeva Maharani
No. Induk Mahasiswa : 21522020
Jurusan : Teknologi Industri
No Hp : 082138275655
Asal Perguruan Tinggi: Universitas Islam Indonesia

Untuk melaksanakan Ijin Penelitian Tugas Akhir pada tanggal 08 Desember 2025 s/d 6 Januari 2026.

Demikian, untuk menjadikan periksa dan guna seperlunya

Klaten, 08 Desember 2025

Yang Menyetujui,

An. Kepala Pelaksana Badan
Penanggulangan Bencana Daerah
Kabupaten Klaten
Kepala Subbagian Umum dan Kepegawaian

Agung Kurniawan Prasetya, SH

(Tanda Tangan)

NIP 198502252011011005

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MITIGASI BENCANA
GUNUNG MERAPI DI LOKASI WISATA DELES INDAH
KEMALANG BERBASIS *BARCODE* MELALUI METODE TRIZ
(Studi Kasus: Lokasi Wisata Deles Indah Kemalang)**



(Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI MITIGASI BENCANA GUNUNG MERAPI DI LOKASI WISATA DELES INDAH KEMALANG BERBASIS *BARCODE* MELALUI METODE TRIZ (Studi Kasus: Lokasi Wisata Deles Indah Kemalang)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nasya Jeva Maharani
No. Mahasiswa : 21522020

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 03 Juni 2026

Tim Penguji

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU.,
ASEAN.Eng



Ketua

Elanjanti Worldailmi, S.T., M.Sc.

Anggota I



Ratih Dianingtyas Kurnia, S.T., Ph.D.

Anggota II



Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia




Ir. Muhammed Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D, IPM
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah hirabbil' alamin, tugas akhir ini merupakan salah satu pencapaian saya akhir dari perjalanan penyelesaian program sarjana di program studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang saya persembahkan untuk keluarga saya yang senantiasa mendukung dan menjadi prioritas utama hidup saya yaitu ayahanda Benarji dan ibunda Marsini, adik kandung saya Diva Maya Maharani yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi. Kepada semua teman – teman yang menemani perjalanan kuliah saya bekerja sama saling mendukung selama masa – masa perkuliahan dari awal hingga akhir. Kepada segenap dosen – dosen Teknik Industri Universitas Islam Indonesia yang telah mengajarkan ilmu yang sangat bermanfaat bagi saya kedepannya, serta saya ucapkan terimakasih sebesar besarnya kepada dosen pembimbing saya ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama penulisan tugas akhir ini. Terakhir kepada pihak badan penanggulangan bencana daerah (BPBD) Klaten dan pihak Objek Wisata Deles Indah Kemalang yang telah memberikan saya pengetahuan baru untuk belajar dan dapat menjalankan penelitian untuk penulisan tugas akhir ini.

MOTTO

“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga”
(HR. Muslim)

“Bersyukurlah kepada-Ku dan kepada kedua orang tuamu. Hanya kepada Aku kembalimu.”
(QS. Luqman: 14)

“Kesuksesan bukan milik orang yang tidak pernah gagal, tetapi milik mereka yang tidak pernah menyerah”
(B.J. Habibie)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahrabbi Alammin, puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan hidayah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Sistem Informasi Mitigasi Bencana Gunung Merapi di Lokasi Wisata Deles Indah Kemalang Berbasis *Barcode* Menggunakan Metode TRIZ”. Shalawat dan Salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah menuju jaman terang benderang.

Penulisan serta penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik yang terlibat langsung dalam pembuatan laporan maupun pihak-pihak yang mendukung kelancaran pembuatan laporan ini. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan laporan ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu senantiasa melimpahkan kelancara dan kemudahan sehingga penulis dapat menyusun laporan tugas akhir dengan mudah.
2. Ibu Prof. Dr. Sri Kusumadewi, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPU., ASEAN.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan, mengajarkan ilmu, memberikan petunjuk, nasehat, motivasi, dan dorongan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Untuk ayah tercinta, Benarji, sosok yang selalu menjadi kekuatan terbesar bagi penulis. Terima kasih atas setiap doa, kerja keras, pengorbanan, dan dukungan yang tidak pernah berhenti diberikan. Terima kasih telah menjadi tempat pulang terbaik dan selalu menguatkan penulis dalam setiap proses kehidupan. Semua perjuangan ayah menjadi alasan penulis untuk terus berusaha dan menyelesaikan pendidikan ini hingga akhir. Semoga ayah selalu diberikan kesehatan, kebahagiaan, dan umur panjang untuk terus menyaksikan setiap langkah serta pencapaian penulis.
6. Untuk ibu tercinta, Marsini, perempuan hebat yang selalu memberikan kasih sayang tanpa batas. Terima kasih atas setiap doa yang selalu mengiringi langkah penulis, atas kesabaran, perhatian, dan ketulusan yang diberikan selama ini. Ibu selalu menjadi sumber semangat dan pengingat bagi penulis untuk terus kuat menghadapi setiap proses. Terima kasih telah mendidik dan menemani penulis hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga ibu selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan dalam setiap harinya.
7. Untuk Diva Maya Maharani selaku adik kandung penulis, yang telah memberikan doa, dukungan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Saudara penulis, serta keluarga besar alm. Karto Sumardjo dan Suhardi yang telah memberikan semangat, doa dan keceriaan saat penulis menyusun Tugas Akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat saya dari awal masa perkuliahan serta teman – teman yang telah menemani penulis selama masa perkuliahan Bunga, Yona, Salsa, Fasya, Azulfa, Putri, Nabilah. Yang telah

menemani penulis dalam suka dan duka serta berbagi keceriaan selama penulis berkuliah di Jogja.

10. Sahabat saya yang menemani masa sulit saya dari awal hingga selesai, Amara, Vivian, Nisa, Divka, Yeni, Kentin, Danik, Huda.

ABSTRAK

Kawasan Wisata Deles Indah Kemalang merupakan daerah wisata yang berada di kawasan rawan bencana Gunung Merapi sehingga membutuhkan media informasi mitigasi bencana yang efektif dan mudah dipahami oleh pengunjung. Permasalahan yang ditemukan adalah penyampaian informasi mitigasi masih terbatas, kurang praktis, dan belum mampu menjangkau seluruh pengunjung secara optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* yang dapat diakses secara cepat melalui *smartphone*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ). Pengumpulan data dilakukan melalui survei, wawancara, dan penyebaran kuesioner kepada pengunjung dan masyarakat sekitar Deles Indah. Data kebutuhan pengguna kemudian diolah menggunakan metode TRIZ untuk menyelesaikan kontradiksi antara kebutuhan informasi yang ringkas namun tetap lengkap dan informatif. Hasil penerapan metode TRIZ digunakan sebagai dasar dalam perancangan sistem informasi mitigasi berbasis *barcode* yang terhubung dengan video edukasi kebencanaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengguna mengutamakan informasi yang mudah dipahami, cepat diakses, menarik secara visual, dan dapat digunakan oleh berbagai kalangan usia. Sistem informasi berbasis *barcode* yang dirancang dinilai mampu memberikan informasi mitigasi bencana secara lebih praktis, interaktif, dan efektif. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan edukasi serta kesiapsiagaan pengunjung terhadap potensi erupsi Gunung Merapi di kawasan Wisata Deles Indah Kemalang.

Kata Kunci: *mitigasi bencana, barcode, TRIZ, sistem informasi, Gunung Merapi.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	8
1.5 Batasan Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Kajian Literatur.....	10
2.2 Landasan Teori	18
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Objek Penelitian	35
3.3 Subjek Penelitian	35
3.4 Sumber Data	35
3.5 Metode Pengumpulan Data	35
3.6 Alur Penelitian.....	37
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	41
4.1 Profil Kawasan Objek Wisata Deles Indah Kemalang.....	41
4.2 Pengumpulan Data.....	43
4.3 Pengolahan Data	49
BAB V PEMBAHASAN.....	67
5.1 Analisis Karakteristik Responden	67
5.2 Analisis Kebutuhan Pengguna.....	68
5.3 Analisis <i>Inventive Principles</i>	69
5.4 Analisis Penerapan Metode TRIZ	70
BAB VI PENUTUP.....	75
6.1 Kesimpulan.....	75
6.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Literatur	14
Tabel 2. 2 TRIZ 39 Parameter	23
Tabel 2. 3 Penjelasan TRIZ 39 Parameter	23
Tabel 2. 4 40 <i>Invention Principles</i>	26
Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting Sistem Informasi	42
Tabel 4. 2 Karakteristik Responden	44
Tabel 4. 3 Hasil VOC	45
Tabel 4. 4 <i>Pilot Study</i>	48
Tabel 4. 5 Hasil <i>Pilot Study</i>	48
Tabel 4. 6 Hasil <i>Importance Rating</i>	50
Tabel 4. 7 Penerjemah Nilai <i>Importance Rating</i>	51
Tabel 4. 8 <i>Improving Feature</i>	52
Tabel 4. 9 <i>Worsening Feature</i>	52
Tabel 4. 10 Matriks Kontradiksi.....	53
Tabel 4. 11 <i>Mapping Process</i> TRIZ	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Tren Kunjungan Wisata Deles Indah Tahun 2020-2025.....	2
Gambar 2. 1 Matriks Kontradiksi	33
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	37
Gambar 4. 1 Demografi Usia.....	45
Gambar 4. 2 Pendidikan Terakhir.....	46
Gambar 4. 3 Demografi Pekerjaan	46
Gambar 4. 4 Frekuensi Berkunjung ke Deles Indah.....	47
Gambar 4. 5 <i>Screenshot</i> Penjelasan Profil Wisata	59
Gambar 4. 6 <i>Screenshot</i> Penjelasan Peta Jalur Wisata.....	60
Gambar 4. 7 <i>Screenshot</i> Penjelasan Status Siaga Gunung Merapi.....	60
Gambar 4. 8 <i>Screenshot</i> Penjelasan KRB	61
Gambar 4. 9 <i>Screenshot</i> Langkah Perlindungan Diri	61
Gambar 4. 10 <i>Screenshot</i> Peringatan Dini.....	62
Gambar 4. 11 <i>Screenshot</i> Peringatan Dini.....	62
Gambar 4. 12 <i>Screenshot</i> Titik Kumpul.....	63
Gambar 4. 13 <i>Screenshot</i> Titik Kumpul RT Bangan.....	63
Gambar 4. 14 <i>Screenshot</i> Titik Kumpul Masjid Baiturrahman.....	64
Gambar 4. 15 <i>Screenshot</i> Titik Kumpul Masjid An-Nur	64
Gambar 4. 16 <i>Screenshot</i> Titik Kumpul GOR Kalimosodo.....	65
Gambar 4. 17 <i>Screenshot</i> Penutup.....	65
Gambar 4. 18 <i>Output Barcode</i>	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bencana alam merupakan fenomena alam yang tidak dapat dihindari dan kerap menimbulkan dampak signifikan terhadap kehidupan manusia, baik dari segi kerugian materi maupun korban jiwa. Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di jalur Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*), yang menjadikannya rentan terhadap berbagai bencana alam, termasuk letusan gunung berapi. Salah satu gunung berapi yang paling aktif dan memiliki sejarah panjang letusannya adalah Gunung Merapi. Gunung Merapi terletak di perbatasan provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Aktivitas vulkanik Gunung Merapi telah menyebabkan berbagai bencana besar, seperti letusan tahun 2010 yang menewaskan ratusan orang dan memaksa ribuan penduduk untuk mengungsi dalam waktu yang lama. Oleh karena itu, kawasan lereng Merapi, termasuk wilayah Klaten, menjadi perhatian khusus dalam hal mitigasi bencana (Surono et al., 2012).

Salah satu kawasan yang cukup dekat dengan Gunung Merapi adalah wilayah Deles Indah. Deles Indah terletak di Desa Sidorejo, Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Berada di lereng timur Gunung Merapi pada ketinggian sekitar 1.216 meter diatas permukaan laut dan hanya berjarak 4-5 kilometer dari puncak gunung Merapi. Dengan posisi geografis yang strategis deles indah menawarkan pemandangan yang asri dan panorama langsung ke arah puncak gunung yang megah dan penuh sejarah vulkanik. Dari ketinggian wisata deles indah pengunjung juga dapat menikmati panorama Kota Klaten, Rawa Jombor, serta dua pabrik gula bersejarah, Gondang Baru dan Ceper Baru. Daya Tarik utama deles indah terletak pada keindahan alam pegunungan yang masih alami, hutan pinus yang rimbun, kebun kopi milik warga, serta berbagai spot foto dengan latar belakang Gunung Merapi. Di kawasan ini juga tersedia fasilitas untuk kegiatan seperti berkemah, pendakian ringan, dan pengamatan aktivitas Merapi. Kawasan ini sering dijadikan tempat pelatihan, edukasi lingkungan, dan kegiatan komunitas pecinta alam karena aksesnya yang relatif mudah serta suasananya yang tenang dan sejuk.

kawasan ini menjadi alternatif wisata alam yang diminati oleh masyarakat lokal maupun luar daerah. Pada tahun 2024, tercatat jumlah kunjungan wisatawan ke Klaten mencapai hampir 7 juta orang, dan Deles Indah menjadi salah satu titik kunjungan favorit terutama saat akhir pekan dan musim liburan. <https://klatenkab.bps.go.id>



Gambar 1. 1 Grafik Tren Kunjungan Wisata Deles Indah Tahun 2020-2025
Sumber: (Nurul, 2025)

<https://klatenkab.bps.go.id/id/statistics-table/1/MzMjMQ%3D%3D/pengunjung-obyek-wisata-di-kabupaten-klaten.html>

Gambar 1. 1 menunjukkan jumlah pengunjung wisata Deles Indah dalam beberapa tahun terakhir. Terlihat bahwa jumlah pengunjung mengalami penurunan signifikan pada tahun 2020-2022 akibat pandemi Covid-19 yang menyebabkan penutupan kawasan wisata. Kemudian dibuka kembali pada akhir tahun 2023 dan dilakukan revitalisasi pada Desember 2023. Jumlah pengunjung wisata mulai mengalami peningkatan hingga tahun 2025.

Pemerintah Kabupaten Klaten bersama Balai Taman Nasional Gunung Merapi (BTNGM) telah melakukan revitalisasi besar-besaran terhadap kawasan ini yang diresmikan pada bulan Desember 2023. Revitalisasi ini mencakup pembangunan selter, gazebo, pusat informasi, serta perbaikan akses jalan menuju lokasi. Hasilnya, jumlah kunjungan wisatawan mengalami peningkatan. Jika sebelumnya rata-rata pengunjung hanya berkisar 20 orang per hari pada akhir pekan, kini jumlah tersebut meningkat menjadi sekitar 50 orang per hari (<https://tngmerapi.id/>). Wisatawan yang datang mayoritas berasal dari daerah sekitar Klaten, Boyolali, hingga Yogyakarta, dan sebagian besar merupakan remaja serta keluarga yang ingin menikmati keindahan alam lereng Merapi. Namun, meningkatnya aktivitas wisata di daerah rawan bencana seperti Deles Indah membawa risiko tersendiri jika sewaktu-waktu terjadi erupsi. Permasalahan utama yang sering dihadapi di kawasan seperti Deles Indah adalah masih minimnya pemahaman masyarakat dan wisatawan tentang pentingnya mitigasi bencana atau kesiapsiagaan Ketika gunung Merapi erupsi. Sosialisasi yang dilakukan oleh pihak berwenang kadang tidak menjangkau seluruh lapisan masyarakat, apalagi wisatawan yang hanya berkunjung dalam waktu singkat. Padahal, pemahaman yang baik tentang langkah-langkah darurat saat terjadi erupsi bisa sangat menentukan keselamatan jiwa.

Mitigasi bencana merupakan serangkaian upaya yang dilakukan untuk mengurangi risiko bencana melalui pembangunan fisik, peningkatan kesadaran masyarakat, serta peningkatan kapasitas dalam menghadapi ancaman bencana menurut Kurniawati (2020), yang diatur dalam Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa edukasi mitigasi bencana berperan penting dalam meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat terhadap ancaman bencana. Kawasan wisata yang berada di wilayah rawan bencana, kebutuhan akan informasi mitigasi menjadi semakin penting mengingat pengunjung umumnya memiliki pengetahuan yang terbatas mengenai kondisi lingkungan dan potensi risiko di lokasi yang dikunjungi. Oleh karena itu, informasi terkait jalur evakuasi, titik kumpul, kawasan rawan bencana, serta prosedur keselamatan perlu disampaikan secara efektif agar dapat meningkatkan pemahaman dan kesiapsiagaan pengunjung dalam menghadapi kondisi darurat.

Perkembangan teknologi digital membuka peluang untuk menghadirkan media informasi yang lebih efektif. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah *QR Code* atau *Barcode*, yang memungkinkan pengguna mengakses berbagai informasi secara cepat menggunakan *smartphone*.

Berdasarkan kondisi tersebut dibutuhkan sebuah sistem informasi yang efektif, praktis, dan mudah diakses oleh siapa pun, baik masyarakat setempat maupun pengunjung. Salah satu inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah perancangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *QR Code* atau *Barcode*. *Barcode* ini nantinya akan dipasang di berbagai titik strategis di kawasan wisata Deles Indah, dan ketika dipindai oleh pengunjung menggunakan *smartphone*. Selain mampu menyimpan dan menghubungkan informasi dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan media cetak konvensional, *QR Code* atau *Barcode* juga mendukung penyampaian informasi yang lebih efisien dan mudah diakses sehingga berpotensi digunakan sebagai media edukasi dan penyebaran informasi mitigasi bencana (P. Li et al., 2024)

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *web* dan *WebGIS*. Andarsyah & Rukmana (2018a) mengembangkan sistem informasi geospasial mitigasi bencana berbasis web pada BPBD Kabupaten Bandung yang mampu menyajikan informasi kebencanaan secara interaktif melalui peta digital. Anggraini et al. (2024a) mengembangkan sistem edukasi mitigasi dan adaptasi bencana berbasis *WebGIS* untuk menghadapi potensi ancaman Mentawai Megathrust. Sementara itu, Kuo & Lin (2025a) mengembangkan sistem evakuasi bangunan berbasis *QR Code* untuk mendukung proses penyelamatan pada kondisi darurat. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih berfokus pada lingkungan permukiman, institusi, maupun bangunan, sehingga belum secara khusus diterapkan pada Kawasan wisata alam yang berada di wilayah rawan bencana Gunung Merapi.

Disisi lain, metode *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatach* (TRIZ) telah banyak digunakan dalam pengembangan produk, sistem industri, dan inovasi teknologi karena mampu menyelesaikan kontradiksi dalam proses perancangan secara sistematis. Metode TRIZ menawarkan 40 prinsip inventif yang diperoleh melalui analisis ratusan ribu dokumen paten untuk menghasilkan solusi inovatif terhadap berbagai permasalahan

desain, Altshuller (1999a). Meskipun demikian, penerapan TRIZ dalam perancangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* masih relatif terbatas. Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengintegrasikan metode TRIZ dalam perancangan sistem informasi mitigasi bencana Gunung Merapi berbasis *barcode* pada kawasan wisata rawan bencana.

Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode TRIZ untuk menyelesaikan kontradiksi antara kebutuhan penyampaian informasi mitigasi yang ringkas dan mudah diakses dengan kebutuhan informasi yang tetap lengkap dan informatif bagi pengunjung. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan penyebaran kuesioner kepada masyarakat dan pengunjung wisata untuk mengidentifikasi kebutuhan serta preferensi pengguna terhadap informasi mitigasi bencana yang disajikan. Informasi yang diperoleh dari kuesioner dan observasi lapangan digunakan sebagai dasar dalam perancangan konten video edukasi yang relevan, menarik, dan mudah dipahami sehingga mampu meningkatkan kesadaran serta kesiapsiagaan pengunjung terhadap potensi bahaya erupsi Gunung Merapi. Dengan demikian, sistem yang dirancang tidak hanya berorientasi pada pemanfaatan teknologi, tetapi juga mempertimbangkan kebutuhan nyata pengguna. Melalui implementasi sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* ini, diharapkan kawasan Wisata Deles Indah dapat berkembang sebagai destinasi wisata yang tidak hanya memiliki daya tarik alam, tetapi juga mampu mendukung aspek keselamatan, edukasi kebencanaan, dan pengurangan risiko bencana secara berkelanjutan.

Berdasarkan hasil observasi di kawasan Wisata Deles Indah, penyampaian informasi mitigasi bencana masih mengandalkan papan informasi dan rambu-rambu keselamatan yang memiliki keterbatasan dalam menyampaikan informasi secara lengkap. Media tersebut hanya mampu menampilkan informasi singkat sehingga pengunjung belum memperoleh edukasi mengenai potensi bahaya erupsi Gunung Merapi, jalur evakuasi, titik kumpul, maupun prosedur penyelamatan diri secara komprehensif. Selain itu, informasi yang tersedia bersifat statis sehingga pembaruan informasi memerlukan penggantian media fisik. Kondisi ini menyebabkan penyampaian informasi mitigasi belum optimal, terutama bagi pengunjung yang baru pertama kali datang ke kawasan wisata Deles Indah.

Kondisi tersebut berbeda dengan kondisi yang diharapkan, yaitu tersedianya sistem informasi mitigasi bencana yang mampu menyajikan informasi secara cepat, lengkap, mudah dipahami, dan mudah diperbarui. Melalui pemanfaatan *barcode*, pengunjung diharapkan cukup melakukan pemindaian menggunakan smartphone untuk memperoleh informasi berupa video edukasi, peta jalur evakuasi, titik kumpul, prosedur penyelamatan diri, serta informasi kebencanaan lainnya dalam satu media yang terintegrasi. Dengan demikian, terdapat kesenjangan (*gap*) antara kondisi eksisting berupa penyampaian informasi mitigasi yang masih terbatas dengan kondisi ideal berupa sistem informasi mitigasi yang interaktif, informatif, dan berorientasi pada kebutuhan pengguna.

Selain itu, penelitian terdahulu umumnya berfokus pada pengembangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *web*, *WebGIS*, maupun pemanfaatan *QR Code* pada bangunan dan lingkungan institusi. Hingga saat ini, masih terbatas penelitian yang mengembangkan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* pada kawasan wisata rawan erupsi Gunung Merapi dengan mempertimbangkan kebutuhan informasi pengunjung. Di samping itu, penerapan metode TRIZ dalam perancangan sistem informasi mitigasi bencana juga masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merancang sistem informasi mitigasi bencana Gunung Merapi berbasis *barcode* dengan menggunakan metode TRIZ guna menghasilkan media informasi yang lebih efektif, mudah diakses, informatif, dan sesuai dengan kebutuhan pengunjung Wisata Deles Indah Kemalang.

Agar sistem informasi yang dirancang benar-benar efektif dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, maka dalam penelitian ini digunakan pendekatan *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch* (TRIZ). TRIZ merupakan sebuah alat yang dapat digunakan untuk membantu dalam memberikan solusi saat ingin menginisiasi sebuah ide. TRIZ adalah salah satu metode yang dikenalkan oleh Genrikh Saulovich Altshuller dengan menawarkan prinsip 40 prinsipal solusi untuk mengatasi kontradiksi masalah yang terjadi berdasarkan 39 sistem parameter. Prinsip tersebut didapatkan Altshuller dengan mengumpulkan ratusan ribu database paten untuk dianalisis dan kemudian memunculkan sebuah metode tentang pembangkitan ide inovasi dengan cara yang praktis. Penelitian ini juga akan dilengkapi dengan penyusunan kuesioner untuk menggali

persepsi dan keinginan masyarakat terhadap konten video edukasi yang disediakan. Dengan adanya masukan langsung dari pengguna, maka konten yang dikembangkan diharapkan benar-benar menarik, relevan, dan mampu meningkatkan kesadaran serta kesiapsiagaan masyarakat maupun pengunjung wisata terhadap potensi bahaya erupsi Gunung Merapi. Dengan demikian, proses perancangan tidak hanya berdasarkan asumsi, tetapi melalui identifikasi kebutuhan riil masyarakat dan pengunjung melalui kuesioner tersebut maupun observasi di lapangan. Dengan implementasi sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* ini, diharapkan Deles Indah tidak hanya menjadi destinasi wisata yang indah dan menarik, tetapi juga menjadi kawasan yang edukatif dan tangguh terhadap ancaman bencana, sejalan dengan prinsip pengembangan wisata berbasis keselamatan dan keberlanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Meskipun infrastruktur Kawasan Wisata Deles Indah telah direvitalisasi, penyampaian informasi mitigasi bencana bagi pengunjung masih belum efektif dan sulit dipahami. Berikut merupakan rumusan masalah:

1. Bagaimana profil wilayah Obyek Wisata Deles Indah?
2. Bagaimana merancang sistem informasi mitigasi bencana di kawasan wisata Deles Indah Kemalang yang mampu menyajikan informasi dengan cepat, tetapi tetap mudah dipahami oleh berbagai kalangan pengunjung?
3. Bagaimana metode TRIZ dapat digunakan untuk menyelesaikan kontradiksi antara kebutuhan informasi yang ringkas dengan tuntutan kebutuhan informasi yang detail dan lengkap?
4. Bagaimana memastikan sistem informasi berbasis *barcode* tetap relevan bagi pengunjung dengan latar belakang usia, pendidikan, dan pengalaman yang berbeda-beda?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan penelitian:

1. Menjelaskan tentang profil wilayah Obyek Wisata Deles Indah
2. Merancang sistem informasi mitigasi bencana yang praktis, interaktif, dan mudah digunakan oleh pengunjung wisata Deles Indah Kemalang.

3. Menerapkan metode TRIZ dalam menyelesaikan kontradiksi antara kebutuhan informasi yang ringkas dengan kebutuhan informasi yang lebih detail dan lengkap.
4. Menyusun konten informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* yang relevan bagi pengunjung dari berbagai latar belakang usia, pendidikan, dan pengalaman.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat penelitian yang didapatkan:

1. Bagi Masyarakat Sekitar atau Pengunjung:
 - a. Memberikan gambaran mengenai kondisi wilayah dan tingkat kerawanan bencana di Kawasan wisata Deles Indah, sehingga masyarakat dan pengunjung lebih memahami lingkungan yang dikunjungi.
 - b. Membantu pengunjung mengetahui informasi penting seperti jalur evakuasi, titik kumpul, serta tindakan yang harus dilakukan ketika terjadi kondisi darurat, sehingga dapat mengurangi risiko kepanikan saat terjadi bencana.
 - c. Memudahkan pengunjung dalam mengakses informasi penting secara cepat saat berada di kawasan wisata, terutama dalam kondisi darurat.
 - d. Mempermudah masyarakat sekitar dalam menyampaikan informasi keselamatan kepada wisatawan, karena informasi mitigasi sudah disediakan dalam bentuk sistem informasi yang praktis, sehingga mudah dipahami oleh semua kalangan, baik dari berbagai usia maupun tingkat pendidikan.
2. Bagi BPBD
 - a. Membantu BPBD dalam memberikan edukasi mitigasi bencana agar lebih mudah dipahami oleh pengunjung dan masyarakat sekitar.
 - b. Mendukung BPBD dalam menyediakan sistem informasi mitigasi bencana yang lebih praktis dan mudah digunakan oleh pengunjung wisata.
 - c. Menjadi referensi dalam merancang sistem informasi mitigasi bencana yang mampu mengatasi kontradiksi antara kebutuhan informasi yang singkat dan tetap informatif.
 - d. Menjadi bahan pertimbangan BPBD dalam mengembangkan media edukasi mitigasi berbasis teknologi yang dapat digunakan oleh masyarakat dan pengunjung wisata.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan penelitian:

1. Penelitian ini hanya difokuskan pada mitigasi bencana Gunung Merapi.
2. Penelitian ini menggunakan metode TRIZ.
3. Data yang diambil hanya data-data daerah sidorejo.
4. Sampel yang diambil adalah pengunjung wisata Deles Indah dengan rentan usia 10-40 tahun.
5. Sistem informasi yang dirancang berbasis *barcode*.
6. Responden penelitian dibatasi pada pengunjung dan masyarakat sekitar Deles Indah Kemalang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan proses menghimpun, menelaah, dan menganalisis secara kritis sejumlah karya ilmiah atau sumber acuan (jurnal, buku, tesis, disertasi, artikel) yang berkaitan dengan topik penelitian. Kajian literatur tidak hanya bertujuan untuk sekedar merangkum isi literatur, tetapi juga mengorganisasikan, mengevaluasi, dan mensintesis pengetahuan serta temuan terdahulu sehingga menjadi landasan teori dan konteks penelitian.

Berdasarkan hasil kajian literatur pada tabel 2.1, penerapan metode TRIZ dan QFD telah digunakan dalam berbagai sektor industri untuk membantu menghasilkan solusi, produk, maupun sistem yang lebih inovatif sesuai dengan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap penelitian-penelitian terdahulu untuk mengetahui sektor industri yang diteliti, objek penelitian, metode yang digunakan, teknik pengumpulan data, serta hasil yang diperoleh. Analisis tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi posisi penelitian yang dilakukan saat ini serta menemukan kesenjangan penelitian (*research gap*) yang belum banyak dibahas pada penelitian sebelumnya. Dengan demikian, dapat diketahui kontribusi dan kebaruan penelitian mengenai perancangan sistem informasi mitigasi bencana Gunung Merapi berbasis *barcode* menggunakan metode TRIZ pada kawasan wisata Deles Indah Kemalang.

Sektor industri yang dibahas dalam berbagai penelitian pada tabel 2.1 cukup beragam. Beberapa penelitian berasal dari bidang manufaktur dan desain produk, seperti pengembangan produk inovatif dan desain produk berbasis kebutuhan pengguna, Caligiana et al. (2017a), pengembangan mesin semi otomatis *tester coding battery* berbasis PLC, Aditya et al. (2025a), desain mesin pengolah sampah plastik terintegrasi *Creatics* Purwandari et al. (2022a) serta desain produk higienis menggunakan pendekatan QFD dan TRIZ, Pedarpou et al. (2022a). Selain itu, terdapat penelitian pada bidang kebencanaan yang membahas pengembangan sistem simulasi evakuasi bencana untuk sekolah dasar, Febrianto et al. (2024a) dan sistem edukasi mitigasi bencana berbasis *WebGIS* untuk menghadapi ancaman Mentawai *Megathrust*, Anggraini et al (2024a).

Pada sektor sistem informasi, penelitian dilakukan dalam pengembangan aplikasi *mobile* berbasis TRIZ Nugraha & Haryono (2022a), sistem informasi akademik terintegrasi, Mardhiana et al. (2022a), serta sistem informasi geospasial mitigasi bencana berbasis *web*, Andarsyah & Rukmana et al. (2018a). Selain itu, terdapat juga penelitian di bidang smart system mengenai sistem evakuasi bangunan berbasis *QR Code* Kuo & Lin (2025a), bidang transportasi terkait desain transportasi *urban* inovatif Donnici et al. (2021a), hingga bidang *Artificial Intelligence* yang membahas inovasi berbasis *multi-agent* LLM menggunakan pendekatan TRIZ Szczepanik & Chudziak (2025a). Hal ini menunjukkan bahwa metode TRIZ dan QFD dapat diterapkan pada berbagai sektor industri dan tidak terbatas hanya pada bidang manufaktur.

Objek penelitian dalam studi-studi tersebut umumnya berfokus pada perancangan sistem atau pengembangan produk inovatif. Beberapa penelitian meneliti pengembangan produk inovatif berbasis kebutuhan pengguna Caligiana et al. (2017a), mesin tester baterai semi otomatis Aditya et al. (2025a), dan mesin pengolah sampah plastik Purwandari et al. (2022a). Pada bidang kebencanaan, objek penelitian berupa sistem simulasi evakuasi bencana Febrianto et al. (2024a) dan sistem edukasi mitigasi berbasis *WebGIS* Anggraini et al. (2024a). Penelitian pada bidang sistem informasi mencakup pengembangan aplikasi *mobile* berbasis TRIZ Nugraha & Haryono (2022a), sistem informasi akademik Mardhiana et al. (2022a), serta sistem informasi geospasial mitigasi bencana berbasis *web* Andarsyah & Rukmana (2018a). Selain itu, terdapat penelitian mengenai sistem evakuasi bangunan berbasis *QR Code*, pengembangan sistem alarm pintar pada kapal untuk mengurangi *alarm fatigue* F. Li et al. (2020a), desain transportasi urban inovatif Donnici et al (2021a), hingga inovasi berbasis *multi-agent* pada bidang *Artificial Intelligence* Szczepanik & Chudziak et al. (2025a). Penelitian lainnya membahas pengembangan kreativitas desain pada pendidikan teknik menggunakan metode TRIZ Cano Moreno (2022a). Objek-objek tersebut dipilih karena berkaitan langsung dengan kebutuhan pengguna dan memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi solusi inovatif yang lebih efektif.

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut didominasi oleh penggunaan metode TRIZ dan QFD, baik secara terpisah maupun

digabungkan. Beberapa penelitian mengintegrasikan kedua metode tersebut untuk menghasilkan solusi yang inovatif dan sesuai kebutuhan pengguna, seperti pada penelitian Caligiana et al. (2017a), Pedarpou et al. (2022a), F. Li et al. (2020a), dan Donnici et al. (2021a). Dalam penelitian tersebut, QFD digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna melalui *House of Quality*, sedangkan TRIZ digunakan untuk menemukan solusi inovatif terhadap permasalahan atau konflik desain. Ada pula penelitian yang hanya menggunakan metode QFD, seperti pengembangan sistem *electro pneumatic* pada mesin *tester* baterai Aditya et al. (2025a), pengembangan sistem simulasi evakuasi bencana Febrianto et al. (2024a), serta sistem informasi akademik Mardhiana et al. (2022a). Sementara itu, beberapa penelitian hanya menggunakan metode TRIZ, seperti pengembangan aplikasi *mobile* berbasis inovasi Nugraha & Haryono (2022a), desain mesin pengolah sampah plastik Purwandari et al. (2022a) sistem evakuasi berbasis *QR Code* Kuo & Lin (2025a), inovasi *multi-agent* berbasis LLM Szczepanik & Chudziak et al. (2025a), dan pengembangan kreativitas desain Teknik Cano Moreno et al. (2022a). Pendekatan tersebut membantu menghasilkan desain sistem maupun produk yang lebih efektif, inovatif, dan sesuai kebutuhan pengguna.

Untuk metode pengumpulan data, sebagian besar penelitian menggunakan wawancara dan kuesioner. Wawancara dilakukan untuk menggali kebutuhan pengguna secara langsung, sedangkan kuesioner digunakan untuk mengukur tingkat kepentingan, kepuasan, maupun kebutuhan pengguna terhadap sistem atau produk yang dikembangkan. Penelitian yang menggunakan kedua metode tersebut antara lain Caligiana et al. (2017a), Aditya et al. (2025a), F. Li et al. (2020a) dan Donnici(2021a), dan beberapa penelitian lainnya. Ada pula penelitian yang hanya menggunakan wawancara, seperti penelitian sistem evakuasi berbasis *QR Code* Kuo & Lin (2025a), desain mesin pengolah sampah plastik Purwandari (2022a), serta mengenai TRIZ Nugraha & Haryono (2022a). Sementara itu, beberapa penelitian hanya menggunakan kuesioner, seperti penelitian sistem informasi akademik Mardhiana et al. (2022a). Dengan penggunaan metode pengumpulan data tersebut, data yang diperoleh menjadi lebih relevan dan mampu menggambarkan kondisi nyata di lapangan.

Secara umum, tujuan dari penelitian-penelitian tersebut adalah untuk merancang atau mengembangkan sistem dan produk yang lebih baik, inovatif, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penggunaan metode TRIZ terbukti membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan pengguna, menemukan solusi inovatif, serta meningkatkan kualitas desain sistem maupun produk. Dari berbagai penelitian tersebut juga terlihat bahwa metode TRIZ memiliki fleksibilitas tinggi karena dapat diterapkan pada berbagai bidang, mulai dari manufaktur, kebencanaan, sistem informasi, transportasi, pendidikan teknik, hingga *Artificial Intelligence*. Penelitian saat ini memiliki fokus pada perancangan sistem informasi mitigasi bencana Gunung Merapi di lokasi wisata Deles Indah Kemalang berbasis *barcode* menggunakan metode TRIZ, sehingga diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam penyampaian informasi mitigasi bencana secara efektif dan mudah diakses oleh masyarakat maupun wisatawan.

Berikut merupakan perbandingan antar penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan saat ini:

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolahan Data		Metode Pengumpulan Data	
					TRIZ	QFD	Wawancara	Kuisi on
1.	(Caligiana et al., 2017b)	<i>Integrating QFD and TRIZ Methodology for Innovative Product Design</i>	Manufaktur/ desain produk	Perancangan produk inovatif	✓	✓	✓	✓
2.	(Aditya Luhur Wicaksono et al., 2025b)	<i>Analisis Quality Function Deployment untuk Pengembangan Sistem Electro Pneumatic Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Pada Mesin Semi Otomatis Tester Coding Battery</i>	Industri Manufaktur	Mesin tester baterai semi otomatis		✓	✓	✓
3.	(Febrianto et al., 2024b)	<i>Development of a Portable Disaster Evacuation Simulation Tool for Elementary schools Using Quality Function Deployment (QFD)</i>	Kebencanaa n	Sistisi		✓	✓	
4.	(Kuo & Lin, 2025b)	<i>Smart Building Tecnologies for Fire Rescue: A QR Code-Enabled Notification System</i>	Smart system	Sistem evakuasi bangunan	✓		✓	
5.	(Anggraini et al., 2024b)	<i>Sistem Mitigasi dan Adaptasi Bencana Dalam Menghadapi Potensi Ancaman Mentawai</i>	Mitigasi Bencana	Sistem edukasi mitigasi			✓	

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolahan Data		Metode Pengumpulan Data	
					TRIZ	QFD	Wawancara	Kuisi on er
6.	(Purwandari et al., 2022b)	Megathrust Sebagai Inovasi Teknologi Edukasi Kebencanaan Perancangan <i>Filament Extruder</i> pada Mesin Pengolah Sampah plastic Terintegrasi “Creatics” Menggunakan Metode TRIZ dan AHP	Mesin Industri	berbasis WebGIS Mesin pengolah sampah plastik				
7.	(Nugraha & Haryono, 2022b)	Metode TRIZ Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Inovasi Pada Bidang Bisnis dan Manajemen Melalui Aplikasi Berbasis <i>Mobile</i>	Sistem informasi	Perancangan aplikasi <i>mobile</i> berbasis TRIZ sebagai alat bantu pembangunan ide inovasi	✓		✓	
8.	(Olanipekun et al., 2024)	<i>Application of Mind Map and TRIZ to an Advanced Air Mobility (AAM) System Applied to Post-Disaster Response</i>	Manufaktur	Perancangan kompor briket berbasis kebutuhan pengguna	✓	✓	✓	✓
9.	(Mardhiana et al., 2022b)	<i>Implementation of Quality Function Deployment (QFD) for Decision Making in Improving Integrated Academic Information System</i>	Sistem informasi	Sistem informasi akademik		✓		✓

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolahan Data		Metode Pengumpulan Data	
					TRIZ	QFD	Wawancara	Kuisi on er
10	(Pedarpou et al., 2022b)	<i>A QFD-TRIZ Hybrid Method for a Hygiene Product</i>	Produk konsumen/kesehatan	Desain produk higienis	✓	✓	✓	
11		Penerapan Sistem Informasi Geospasial Mitigasi Bencana Menggunakan <i>Leafet</i> di BPBD Pemerintah Kabupaten Bandung Berbasis Web.	Sistem Informasi	Sistem informasi berbasis web			✓	✓
12	(F. Li et al., 2020b)	<i>A User Requirement-driven Approach Incorporating TRIZ and QFD for Designing a Smart Vessel Alarm System to Reduce Alarm Fatigue</i>	Sistem industri	Pengembangan sistem alarm	✓	✓	✓	✓
13	(Donnici et al., 2021b)	<i>Innovation Design Driven By QFD and TRIZ to Develop New Urban Transportation Means</i>	Transportasi	Desain transportasi inovatif	✓	✓	✓	✓
14	(Szczepanik & Chudziak, 2025b)	<i>TRIZ Agents: A Multi-Agent LLM Approach for TRIZ-Based Innovation</i>	Artificial Intelligence	Inivasi berbasis multiagent	✓			
15	(Cano-Moreno et al., 2022b)	<i>Using TRIZ 10 for Enhancing Creativity in Engineering Design Education</i>	Pendidikan Teknik	Pengembangan kreativitas desain	✓		✓	✓

No	Penulis (Tahun)	Judul	Sektor Industri	Objek Penelitian	Metode Pengolahan Data		Metode Pengumpulan Data	
					TRIZ	QFD	Wawancara	Kuisi on er
16	Penelitian Saat ini	Perancangan Sistem Informasi Mitigasi Bencana Gunung Merapi di Lokasi Wisata Deles Indah Kemalang Berbasis <i>Barcode</i> Melalui Metode TRIZ	Sistem Informasi	Perancangan Sistem Informasi	✓			✓

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Gunung Merapi

Menurut Suryaningsih (2017) Gunung Merapi merupakan salah satu gunung api teraktif di Indonesia, yang terletak di perbatasan antara Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Provinsi Jawa Tengah. Gunung Merapi merupakan bagian dari rangkaian pegunungan Sunda yang terbentuk akibat aktivitas subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Dengan ketinggian mencapai sekitar 2.930 Meter Diatas Permukaan Laut (mdpl), Gunung Merapi memiliki karakteristik letusan yang bersifat eksplosif dan efusif, serta menghasilkan awan panas guguran (aliran piroklastik) yang membahayakan wilayah di sekitarnya. Aktivitas vulkanik Gunung Merapi dipantau secara intensif oleh Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) karena potensi ancamannya terhadap penduduk dan lingkungan sekitar. Gunung tersebut hampir setiap periode mengalami erupsi. Periode berulang aktivitas erupsi berkisar 2-7 tahun. Dampak dari erupsi gunung Merapi yang terletak di antara 4 kabupaten tersebut sangat dirasakan oleh masyarakat yang tinggal di daerah sekitar gunung, salah satunya yaitu kabupaten Klaten.

2.2.2 Mitigasi Bencana

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana adalah istilah yang digunakan untuk menunjuk pada semua tindakan untuk mengurangi dampak dari satu bencana yang dapat dilakukan sebelum bencana itu terjadi, termasuk kesiapan dan tindakan-tindakan pengurangan resiko jangka panjang Kurniawati (2020). Mitigasi bencana pada penelitian ini berfokus pada langkah-langkah pengurangan risiko erupsi Gunung Merapi, seperti sistem peringatan dini, edukasi masyarakat, jalur evakuasi, dan penyediaan informasi.

2.2.3 Edukasi Kebencanaan

Edukasi kebencanaan merupakan upaya sistematis untuk meningkatkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan masyarakat dalam menghadapi risiko bencana. Tujuan utamanya adalah menumbuhkan kesadaran serta kesiapsiagaan agar dampak bencana dapat diminimalkan. Menurut Budhiana et al. (2025a) kombinasi edukasi dan simulasi terbukti

efektif meningkatkan persepsi dan kesiapsiagaan masyarakat terhadap gempa bumi. Dengan demikian, edukasi kebencanaan berperan penting dalam membentuk resiliensi individu maupun komunitas agar mampu bertindak cepat dan tepat sebelum, saat, dan setelah terjadi bencana.

2.2.4 *Sistem Informasi*

Sistem informasi adalah kombinasi dari manusia, perangkat keras, perangkat lunak, jaringan komunikasi, dan data yang bekerja bersama untuk mengumpulkan, mengolah, menyimpan, serta menyebarkan informasi. Dalam konteks penelitian ini, sistem informasi berperan sebagai sarana untuk menyampaikan informasi mitigasi bencana kepada pengunjung dengan cara yang lebih efektif (Aprianti & Astuti, 2019).

Sistem informasi merupakan kombinasi antara prosedur kerja, informasi, orang, dan teknologi informasi yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan dalam sebuah organisasi. Sistem informasi merupakan kumpulan dari beberapa sistem didalam suatu organisasi yang mengumpulkan, memproses, menyimpan, dan mendistribusikan informasi sebagai pendukung pengambilan keputusan dan pengendalian dalam organisasi.

2.2.5 *Media Informasi Berbasis Barcode (QR Code).*

Media pembelajaran mitigasi bencana berbasis smartphone merupakan salah satu bentuk pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung edukasi kebencanaan. Penggunaan media digital melalui perangkat seluler memungkinkan masyarakat mengakses materi mitigasi secara fleksibel kapan saja dan di mana saja. Penyajian informasi dalam bentuk multimedia, seperti teks, gambar, video, dan peta, terbukti mampu meningkatkan pemahaman serta literasi masyarakat mengenai mitigasi bencana dibandingkan penyampaian informasi secara konvensional. Dengan demikian, pemanfaatan smartphone sebagai media edukasi dapat mendukung peningkatan kesiapsiagaan masyarakat dalam menghadapi bencana. Seiring dengan berkembangnya teknologi informasi, salah satu media yang banyak digunakan untuk menghubungkan pengguna dengan informasi digital adalah *Quick Response (QR) Code*. *QR Code* memungkinkan pengguna mengakses berbagai informasi mitigasi bencana, seperti peta jalur evakuasi, video simulasi, maupun prosedur keselamatan hanya dengan melakukan pemindaian menggunakan *smartphone*.

Kemudahan akses tersebut menjadikan *QR Code* sebagai media yang efektif dalam mendukung penyebaran informasi mitigasi bencana kepada masyarakat. (Wahyuningtyas et al., 2021).

2.2.6 *Sistem Informasi Mitigasi Bencana Berbasis Barcode.*

Pada penelitian ini, *barcode* dipilih sebagai media akses sistem informasi mitigasi bencana karena mampu menghubungkan media fisik dengan informasi digital secara cepat dan praktis. Pengunjung cukup memindai *barcode* menggunakan *smartphone* untuk memperoleh informasi mitigasi tanpa perlu memasang aplikasi tambahan. Dibandingkan dengan *display* atau papan informasi konvensional, *barcode* memiliki kapasitas penyampaian informasi yang lebih besar karena dapat terhubung dengan berbagai jenis konten digital, seperti video edukasi, peta jalur evakuasi, prosedur penyelamatan diri, serta informasi pendukung lainnya. Selain itu, informasi yang tersimpan dalam *barcode* lebih mudah diperbarui tanpa harus mengganti media fisik yang telah dipasang di lokasi wisata. Pemilihan *barcode* juga mempertimbangkan karakteristik pengunjung Objek Wisata Deles Indah yang sebagian besar telah menggunakan *smartphone*. Dengan demikian, *barcode* dinilai lebih efektif sebagai media penyampaian informasi mitigasi bencana karena mudah diakses, fleksibel, serta mampu menyajikan informasi yang lebih lengkap dibandingkan *display* informasi konvensional.

2.2.7 *Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatach (TRIZ).*

TRIZ adalah metodologi sistematis berbasis pengetahuan manusia yang berorientasi pada pemecahan masalah inventif. TRIZ merupakan alat dalam penyelesaian masalah yang berhasil merangkum solusi dan keberhasilan masa lalu untuk menunjukkan kepada kita bagaimana memecahkan masalah di masa depan secara sistematis. TRIZ berasal dari 29 Rusia dan merupakan karya dari seorang insinyur bernama Genrich Altshuller (Altshuller, 1999b).

Terdapat tiga tahapan dalam proses penyelesaian masalah dengan metode TRIZ yaitu:

- a. Mengidentifikasi masalah dengan mencari tahu segala kemungkinan factor-faktor yang dapat menjadi masalah.

- b. Mengklasifikasikan masalah dengan menentukan factor yang mendukung dan faktor yang menentang ke dalam 39 parameter teknis dan menggunakan matriks kontradiksi untuk mencari solusinya menjadi pola penyelesaian masalah selanjutnya.
- c. Menemukan solusi permasalahan yang harus dikerjakan dalam penyelesaian kontradiksi dengan menggunakan 40 prinsip inventif.

TRIZ (*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatach*) merupakan metode untuk memecahkan masalah yang dikembangkan oleh Genrich Altshuller pada tahun 1946 setelah mempelajari ribuan paten. Inti dari TRIZ adalah mencari cara untuk mengatasi kontradiksi, yaitu kondisi ketika memperbaiki satu hal justru merugikan hal lain. Untuk membantu menyelesaikan kontradiksi tersebut, TRIZ menyediakan beberapa alat, seperti *contradiction matrix*, 40 prinsip inovasi, dan 39 parameter teknis, yang dapat digunakan untuk menemukan solusi dengan cara yang lebih terarah dan sistematis.

Langkah-langkah penggunaan metode TRIZ secara umum adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan masalah teknis

Teknis masalah dalam kontradiksi merupakan konflik antara dua hal dari sebuah sistem. Contoh seseorang ingin meningkatkan salah satu elemen dari suatu sistem atau alat yang diperbaiki maka akan mengurangi kinerja bagian yang lainnya.

2. Menterjemahkan kedalam masalah konsep

Menuliskan ulang permasalahan teknis kedalam masalah konsep dengan mengidentifikasi masalah apa yang sedang terjadi dengan bantuan 39 *feature principles*. Fitur tersebut akan menentukan keberhasilan dalam menunjukkan inti masalah.

3. Mencari solusi ideal

Memutuskan bagaimana cara untuk meningkatkan solusi yang diinginkan dan menghilangkan faktor-faktor yang tidak diharapkan. Perbandingan antara hasil dengan solusi ideal akan menentukan apakah benar atau tidak pengambil keputusan menentukan faktor utama kontradiksi.

4. Menggunakan kapabilitas TRIZ untuk Solusi

Penggunaan *tools* didalam metode TRIZ seperti matrik kontradiksi yaitu 40 prinsip solusi dan lain-lain digunakan untuk mendapatkan solusi permasalahan yang ada.

5. Menentukan targer yang ingin dicapai dan pemilihan solusi terbaik

Pemilihan solusi terbaik dari permasalahan yang dihadapi dan target yang paling sesuai yang ingin dicapai sebelumnya. Pemilihan solusi tersebut dipilih dari beberapa solusi-solusi yang ditawarkan oleh peneliti.

6. Prediksi pengembangan system

Memprediksikan untuk melihat potensi masalah pada sistem di masa depan dan memilih metode yang mungkin untuk solusi permasalahannya, bertujuan untuk memperbaiki sistem kedepannya.

7. Analisa solusi yang diterapkan

Menganalisa solusi-solusi yang didapatkan untuk permasalahan sebagai tindakan preventif.

2.2.7.1 TRIZ 39 Parameter

Sistem parameter (*System Parameters*) yang terdiri dari 39 parameter merupakan fitur dari objek tersebut sebagai acuan untuk menentukan fitur apa saja yang akan ditingkatkan atau dihilangkan. Berikut merupakan TRIZ 39 parameter:

Tabel 2. 2 TRIZ 39 Parameter

1.	<i>Degree of responsibility of employee</i>	21.	<i>Result of amount of output produced</i>
2.	<i>Weight of stationary object</i>	22.	<i>Loss/waste of energy</i>
3.	<i>Coverage/span of Employee responsibility</i>	23.	<i>Loss of team members</i>
4.	<i>Coverage/span of supervisor responsibility</i>	24.	<i>Loss of time</i>
5.	<i>Number of contacts/interfaces of employee</i>	25.	<i>Number of team members</i>
6.	<i>Number of contacts/interfaces of supervisor</i>	26.	<i>Number of team members</i>
7.	<i>Bandwith of employee</i>	27.	<i>Reliability/Robustness</i>
8.	<i>Bandwith of supervisor</i>	28.	<i>Actual compared to plan</i>
9.	<i>Speed or response time</i>	29.	<i>Precision/Consistency</i>
10.	<i>Force or extent of response/action</i>	30.	<i>Object-affected harmful factors</i>
11.	<i>Stress/Pressure</i>	31.	<i>Object-generated harmful factors</i>
12.	<i>Organizational hierarchy/level</i>	32.	<i>Ease of manufacture</i>
13.	<i>Stability of organization</i>	33.	<i>Ease of operation</i>
14.	<i>Strength or ability to Handle stress/pressure</i>	34.	<i>Ease of repair</i>
15.	<i>Time is taken to complete the tasks by an employee</i>	35.	<i>Adaptability</i>
16.	<i>Time is taken to complete the tasks by an supervisor</i>	36.	<i>System Complexity</i>
17.	<i>Type of interaction</i>	37.	<i>Difficulty of detecting measuring</i>
18.	<i>Visibility</i>	38.	<i>Extent of automation</i>
19.	<i>Amount of effort put in by the employee</i>	39.	<i>Productivity</i>
20.	<i>Amount of effort put in by the supervisor</i>		

Sumber: (Altshuller, 1999b)

Berikut merupakan penjelasan TRIZ 39 parameter:

Tabel 2. 3 Penjelasan TRIZ 39 Parameter

No Parameter	Parameter	Penjelasan
1	<i>Weight of moving object</i>	Berat dari suatu objek pada ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang dibutuhkan untuk menekan objek tersebut
2	<i>Weight of stationary object</i>	Berat dari suatu objek pada ruangan dengan gravitasi normal. Tenaga yang dibutuhkan untuk menekan objek tersebut saat diam.

No Parameter	Parameter	Penjelasan
3	<i>Length of moving object</i>	Salah satu dimensi ukuran, bukan yang terpanjang namun mempertimbang panjang.
4	<i>Length of stationary object</i>	Salah satu dimensi ukuran, bukan yang terpanjang namun mempertimbang panjang.
5	<i>Area of moving object</i>	Karakterisk geometris yang dijelaskan dari bagian-bagian pada objek tersebut. Bagian atau ukuran permukaan yang digunakan objek pada bagian dalam ataupun luar.
6	<i>Area of stationary object</i>	Karakterisk geometris yang dijelaskan dari bagian-bagian pada objek tersebut. Bagian atau ukuran permukaan yang digunakan objek pada bagian dalam ataupun luar.
7	<i>Volume of moving object</i>	Ukuran volume yang digunakan oleh objek.
8	<i>Volume of stationary object</i>	Ukuran volume yang digunakan oleh objek.
9	<i>Speed</i>	Kecepatan atau gerakan dari objek dalam suatu waktu.
10	<i>Force</i>	Gaya yang digunakan untuk interaksi tiap sistem, yaitu gaya yang digunakan untuk mengubah kondisi dari objek
11	<i>Stress/Pressure</i>	Gaya tiap area unit dan juga tegangan.
12	<i>Shape</i>	Bagian dan bentuk luar dari objek.
13	<i>Stability of object composition</i>	Keseluruhan atau keseluruhan dari sistem, hubungan yang terjadi diantara elemen-elemen inti dari sistem.
14	<i>Strength</i>	Tingkatan daya tahan dari sebuah objek untuk menahan perubahan gaya.
15	<i>Duration of action of moving object</i>	Waktu produktif yang digunakan objek untuk dapat bekerja sesuai fungsinya.
16	<i>Duration of action of stationary object</i>	Waktu produktif yang digunakan objek untuk dapat bekerja sesuai fungsinya.
17	<i>Temperature</i>	Kondisi suhu atau termal dari objek.
18	<i>Illumination Intensity</i>	Perubahan dari setiap unit area yang terjadi secara terus menerus seperti kualitas cahaya dan lain-lain.
19	<i>Use of energy of moving object</i>	Kapasitas dari objek untuk dapat melakukan fungsinya.

No Parameter	Parameter	Penjelasan
20	<i>Use of stationary of moving object</i>	Kapasitas dari objek untuk dapat melakukan fungsinya.
21	<i>Power</i>	Jumlah energi yang digunakan dalam suatu waktu oleh objek dalam melaksanakan fungsinya
22	<i>Loss of Energy</i>	Pengunaan energi yang tidak memberikan kontribusi untuk menyelesaikan fungsi dari objek.
23	<i>Loss of Substance</i>	Menghilangkan beberapa bahan baku dari suatu sistem atau objek.
24	<i>Loss of Information</i>	Menghilangkan beberapa data dan akses data dari suatu sistem atau objek.
25	<i>Loss of Time</i>	Menghilangkan durasi dari suatu sistem atau objek dalam melakukan fungsinya.
26	<i>Quantity of Substance</i>	Jumlah bahan baku yang digunakan yang mungkin diganti.
27	<i>Reliability</i>	Kemampuan sistem dalam menjalankan fungsi sesuai yang diharapkan.
28	<i>Measurement accuracy</i>	Kemiripan dari nilai yang dihitung pada nilai sebenarnya dibandingkan dengan nilai dari properti sistem.
29	<i>Manufacturing precision</i>	Perhitungan karakteristik aktual pada objek secara spesifik.
30	<i>Object affected harmful</i>	Kelemahan dari sistem untuk menghindari efek berbahaya.
31	<i>Object generated harmful</i>	Efek yang berbahaya dan salah satu penyebab yang dapat mengurangi efisiensi atau kualitas fungsi dari objek.
32	<i>Ease of manufacturing</i>	Kemudahan dalam melakukan proses manufaktur dan fabrikasi dari suatu objek atau sistem.
33	<i>Ease of operation</i>	Kemudahan dalam melakukan penggunaan objek dengan tidak membutuhkan alat khusus.
34	<i>Ease of repair</i>	Kemudahan dan kenyamanan untuk memperbaiki kesalahan atau kerusakan dalam suatu sistem atau objek.
35	<i>Adaptability</i>	Kemampuan objek dalam menerima perubahan dari luar dan juga dapat digunakan dengan berbagai cara dari lingkungan yang tidak sesuai.
36	<i>Device complexity</i>	Tingkat kesulitan dalam menguasai penggunaan sebuah sistem atau objek.
37	<i>Difficulty of detecting</i>	Tingkat kesulitan dalam mengukur atau mengamati sistem yang kompleks yang ditandai dengan

No Parameter	Parameter	Penjelasan
38	<i>Automation</i>	meningkatkan biaya dalam pengukuran ketidakpuasan. Tingkat fungsi dari suatu sistem atau objek tanpa memerlukan campur tangan operator.
39	<i>Productivity</i>	Jumlah fungsi atau performa operasional dari suatu sistem dalam menjalankan fungsinya pada satuan waktu.

2.2.7.2 40 Invention Principles.

Prinsip daya cipta (*Invite Principles*) berisi 40 prinsip yang direkomendasikan dari *improving and worsening parameters*. Sehingga dari prinsip tersebut didapatkan solusi untuk mengatasi sebuah permasalahan kontradiksi.

40 Prinsip Inovasi

Tabel 2. 4 40 *Invention Principles*

1.	<i>Segmentation</i>	21.	<i>Skipping</i>
2.	<i>Taking out (Extraction)</i>	22.	<i>Blessing in disguise</i>
3.	<i>Local quality</i>	23.	<i>Feedback</i>
4.	<i>Asymmetry</i>	24.	<i>Intermediary</i>
5.	<i>Merging</i>	25.	<i>Self-service</i>
6.	<i>Universality</i>	26.	<i>Copying</i>
7.	<i>Nested doll</i>	27.	<i>Cheap short-living objects</i>
8.	<i>Anti-weight</i>	28.	<i>Mechanics substitution</i>
9.	<i>Preliminary anti-action</i>	29.	<i>Pneumatics and hydraulics</i>
10.	<i>Preliminary action</i>	30.	<i>Flexible shells and thin films</i>
11.	<i>Beforehand cushioning</i>	31.	<i>Porous materials</i>
12.	<i>Equipotentiality</i>	32.	<i>Color changes</i>
13.	<i>The other way around</i>	33.	<i>Homogeneity</i>
14.	<i>Curvature</i>	34.	<i>Discarding and recovering</i>
15.	<i>Dynamization</i>	35.	<i>Parameter changes</i>
16.	<i>Partial or excessive action</i>	36.	<i>Phase transitions</i>
17.	<i>Another dimension</i>	37.	<i>Thermal expansion</i>
18.	<i>Mechanical Vibration/ oscillation</i>	38.	<i>Strong oxidants</i>
19.	<i>Periodic action</i>	39.	<i>Inert atmosphere</i>
20.	<i>Continuity of useful action</i>	40.	<i>Composite materials</i>

Sumber: (Altshuller, 1999b)

Berikut merupakan penjelasan 40 prinsip solusi TRIZ:

1. *Segmentation* (Segmentasi)

- a. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri.
 - b. Membuat suatu objek atau sistem mudah untuk membongkar.
 - c. Meningkatkan derajat fragmentasi atau segmentasi.
2. *Taking Out* (Ekstraksi)
- Memisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek atau sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek atau sistem.
3. *Local Quality* (Optimasi Lokal)
- a. Mengubah struktur objek atau sistem dari seragam ke non- seragam, perubahan lingkungan eksternal atau pengaruh eksternal dari seragam ke non-seragam.
 - b. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau fungsi sistem dalam kondisi yang paling cocok untuk operasi.
 - c. Buatlah masing-masing bagian dari suatu objek atau sistem yang berbeda dan memenuhi fungsi yang berguna.
4. *Asymetry* (Ketidaksimetrisan)
- a. Perubahan bentuk suatu objek atau sistem dari simetris dengan asimetris.
 - b. Jika suatu benda atau sistem yang asimetris, tingkatan derajat asimetris tersebut.
5. *Merging or Combining* (Penggabungan)
- a. Menggabungkan objek atau sistem yang identik/sama dan menggabungkan bagian yang identik untuk melakukan operasi paralel.
 - b. Membuat operasi bersebelahan atau sejajar dalam waktu yang bersamaan.
6. *Universality* (Multiguna / Multifungsi)
- a. Membuat sebagian objek atau sistem dengan melakukan fungsi ganda untuk menghilangkan kebutuhan pada bagian yang lainnya.
 - b. Menggunakan fitur standar.
7. *Nested Doll* (Persarangan)
- a. Menempatkan satu objek atau sistem pada gilirannya.
 - b. Membuat satu bagian melewati bagian yang lain.
8. *Anti Weight* (Penyeimbangan)
- a. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem dengan objek atau sistem yang lain.

- b. Untuk menyeimbangkan berat/beban dari suatu objek atau sistem agar dapat berinteraksi dengan lingkungan sekitar (misalnya menggunakan aerodinamis, hidrodinamik, daya apung dan kekuatan lainnya).

9. *Preliminary Anti Action* (Pencegahan)

- a. Pada saat akan melakukan suatu tindakan diperhitungkan efek baik dan efek buruknya.
- b. Membuat *prototype* sebuah objek atau sistem agar dapat menghindari kejadian yang tidak diinginkan kemudian hari.

10. *Preliminary Action* (Persiapan)

- a. Melakukan tindakan persiapan untuk sebuah objek atau sistem baik lengkap maupun sebagian dari sistem atau objek tersebut.
- b. Mengatur objek atau sistem sehingga dapat lepas dari zona nyaman tanpa memakan waktu yang cukup lama.

11. *Beforehand Cushioning* (Pengamanan)

Menyiapkan tindakan pengamanan dalam melakukan uji coba dari objek atau sistem.

12. *Equipotentiality* (Penyelarasan)

Pembatasan perubahan kedudukan dari objek atau sistem (misalnya melakukan uji coba dengan menaikkan atau menurunkan objek untuk menghilangkan bagian - bagian yang kurang penting).

13. *The Other Way Round* (Pembalikan)

- a. Membalikan tindakan yang digunakan untuk memecahkan masalah.
- b. Membuat objek bergerak sebagian atau lingkungan sekitar yang tetap dan membiarkan beberapa bagian tersebut tetap bergerak.
- c. Gerakan objek dengan proses terbalik.

14. *Spheroidality* (Pelengkungan)

- a. Menggunakan bagian bujursangkar atau permukaan yang melengkung untuk menggerakkan suatu objek dari yang sebelumnya berbentuk kubus atau simetris ke bentuk yang lebih melengkung seperti bola.
- b. Menggunakan contoh objek yang tidak beraturan (rol, bola, spiral, kubus).

- c. Menggerakkan dari yang tadinya lurus menjadi melingkar menggunakan kekuatan sentrifugal.

15. *Dynamics* (Pendinamisan / Adaptasi)

- a. Mendesain sifat-sifat sebuah objek, lingkungan sekitar atau prosesnya untuk mencari kondisi yang lebih optimal.
- b. Membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian yang mampu melakukan kerjasama terhadap satu sama lain.
- c. Jika suatu objek atau proses kaku atau tidak fleksibel maka objek atau proses tersebut dibuat untuk bergerak agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar.

16. *Partial or Excessive Action* (Pelebihan / Pengurangan)

Apabila nilai sempurna sulit untuk dicapai dengan menggunakan metode yang ada maka dilakukan pelebihan atau pengurangan dengan menggunakan metode yang sama, kemungkinan mendapat nilai sempurna akan lebih mudah.

17. *Another Dimensions* (Penambahan Dimensi)

- a. Memindahkan objek atau sistem dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi.
- b. Menggunakan *multy-story* dalam menyusun objek atau sistem bukan menggunakan *single-story*.
- c. Re-orientasi dari objek atau sistem. Menggunakan bagian lain dari sebuah objek atau sistem.

18. *Mechanical Vibration* (Penggetaran)

- a. Penyebab suatu objek atau sistem untuk berosilasi atau bergetar.
- b. Meningkatkan frekuensi bahkan sampai ke ultrasonik.
- c. Gunakan *vibrator piezoelektrik* yang bukan mekanik.
- d. Gunakan kombinasi ultrasonik dan osilasi medan elektromagnetik.

19. *Periodic Action* (Periodisasi)

- a. Melakukan jeda (periodik).
- b. Apabila sudah ada jeda, maka perlu diatur besar/ kecil dari masa jeda tersebut.
- c. Gunakan jeda tersebut untuk melakukan tindakan yang berbeda.

20. *Continuity of Useful Action* (Pemberlanjutan Manfaat)

- a. Membiarkan sebuah objek atau sistem bekerja terus menerus dengan menggunakan beban penuh agar mengetahui kelebihan dan kekurangannya.
- b. Jangan melakukan tindakan pencegahan dalam pelaksanaannya.

21. *Skipping / Rushing Through* (Percepatan Perlakuan)

Melakukan tahap-tahap tertentu (misalnya tes kerusakan, tes berbahaya atau tidak) dengan percepatan.

22. *Blessing in Disguise / Turn Lemons into Lemonade* (Pemanfaatan Kerugian)

- a. Gunakan faktor bahaya khususnya efek bahaya terhadap lingkungan sekitar untuk mencapai efek yang positif.
- b. Menghilangkan tindakan utama yang berbahaya dengan mengalihkan tindakan tersebut untuk yang lainnya dalam memecahkan masalah.
- c. Menghilangkan faktor bahaya sedemikian rupa sehingga tidak berbahaya lagi.

23. *Feedback* (Timbal Balik)

- a. Melakukan koreksi (perujukan kembali, pengecekan silang) untuk melakukan perbaikan proses atau mengambil sebuah tindakan.
- b. Jika sudah menggunakan feedback maka melakukan perubahan besar atau kecil.

24. *Intermediary* (Perantara)

- a. Gunakan operator atau proses sebagai perantara.
- b. Menggabungkan satu objek sementara dengan yang lain (yang dapat dengan mudah dihilangkan).

25. *Self Service* (Pelayanan Sendiri)

- a. Buatlah sebuah objek atau sistem melakukan pelayanan sendiri dengan melakukan fungsi tambahan yaitu membantu.
- b. Gunakan sumber daya lain.

26. *Copying* (Penyalinan)

- a. Menggunakan objek atau sistem yang sudah tersedia supaya lebih sederhana dan murah.
- b. Gantikan objek atau sistem dengan proses salinan optik.
- c. Jika salinan optik sudah digunakan, gunakan inframerah atau ultraviolet eksemplar.

- d. Salin konsep layanan kreatif di industri yang berbeda.

27. *Cheap Short-Living Objects* (Murah / Sekali Pakai)

Menggantikan objek atau sistem dengan yang lebih murah dengan mengorbankan kualitas tertentu.

28. *Mechanic Substitution* (Penggantian Sistem / Teknik)

- a. Mengganti hal yang mekanis dengan perasaan (penglihatan, pendengaran, perasa atau penciuman) yang lebih berarti.
- b. Gunakan listrik, magnet atau medan elektromagnetik untuk menjalankan objek atau sistem tersebut.
- c. Perubahan sistem yang tadinya statis menjadi bergerak atau yang tadinya tidak terstruktur menjadi lebih terstruktur.
- d. Gunakan bersama dengan bidang-bidang yang lain.

29. *Pneumatic and Hidraulics / Intangability* (Sistem Pneumatik dan Hidrolik)

Menggunakan bagian yang lain yang tidak ada didalam objek atau sistem.

30. *Flexible Shells and Thin Films* (Pemakaian Membran / Lapisan)

- a. Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk struktur 3D.
- b. Menggunakan *flexible shells and thin films* untuk mengisolasi objek atau sistem dari lingkungan sekitar.

31. *Porous Materials* (Pemakaian Material Berpori / Rongga)

- a. Buat objek atau sistem menggunakan material berpori atau berongga sebagai pelapis.
- b. Jika suatu objek atau sistem sudah keropos maka gunakan pori-pori tersebut untuk menggantikan fungsi bagian yang keropos tersebut.

32. *Colour Changes* (Pengubahan Warna)

- a. Mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar.
- b. Mengubah transparansi suatu objek atau sistem.

33. *Homogeneity* (Homogenitas)

Membuat objek atau sistem dapat berinteraksi atau disatukan dengan lingkungan sekitarnya dengan menggunakan bahan yang sama.

34. *Discarding and Recovering* (Menghilangkan dan Memperbaiki)

- a. Membuat atau menghilangkan bagian-bagian dari objek atau sistem atau memodifikasi secara langsung selama operasi.
- b. Mengembalikan bagian-bagian yang dihilangkan selama operasi berjalan.

35. *Parameter Changes* (Transformasi)

- a. Mengubah parameter sebuah objek atau sistem (misalnya untuk gas, cair atau padat).
- b. Mengubah konsentrasi atau konsistensi.
- c. Mengubah tingkat fleksibilitas.
- d. Mengubah atmosfer untuk pengaturan yang lebih optimal.

36. *Phase Transition* (Masa Transisi)

Menggunakan fenomena yang terjadi selama masa transisi (misalnya perubahan volume, proses menghilang atau penyerapan panas).

37. *Thermal Expansion / Strategic Expansion* (Perluasan Pemasaran)

- a. Gunakan ekspansi termal (kontraksi) dari bahan.
- b. Jika ekspansi termal sudah digunakan, maka gunakan beberapa bahan yang berbeda dengan koefisiensi termal.

38. *Strong Oxidant / Boosted Interaction* (Interaksi dengan Masyarakat)

- a. Mengganti keadaan yang biasa dengan keadaan yang lebih bermasyarakat.
- b. Meningkatkan partisipasi konsumen dalam pelayanan.
- c. Keadaan sekitar yang bertahan dari ancaman lingkungan lain.
- d. Menggunakan keadaan yang lebih baik.

39. *Inert Atmosphere* (Lingkungan Netral)

- a. Menggantikan lingkungan yang normal dengan lingkungan yang netral.
- b. Menambahkan bagian yang netral kedalam objek atau sistem.

40. *Composite Material* (Komposisi Gabungan Bahan Baku)

Perubahan terhadap beberapa bahan baku yang digunakan.

2.2.7.3 *Matriks Kontradiksi.*

Matriks kontradiksi Altshuller (*TRIZ contradiction matrix*) merupakan tabel yang terdiri dari 39 elemen horisontal (*improving feature/improved attribute*), 39 elemen vertikal (*worsening feature/deteriorated attribute*) dan 40 *inventive principles*. Setelah *improving*

parameters dan *worsening parameters* teridentifikasi, maka kontradiksi desain antara dua parameter kinerja dapat diselesaikan dengan menggunakan matriks kontradiksi untuk menghasilkan solusi *potential inventive principles* (Altshuller, 1999b).



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		Weight of moving object	Weight of stationary object	Length of moving object	Length of stationary object	Area of moving object	Area of stationary object	Volume of moving object	Volume of stationary object	Speed	Force (Intensity)	Stress or pressure	Shape	Stability of the object's composition	SW	SW
1	Weight of moving object	+		15, 8, 29, 34		29, 17, 38, 34		29, 2, 40, 28		2, 8, 15, 38	8, 10, 18, 37	10, 36, 37, 40	10, 14, 35, 40	1, 35, 19, 39	28, 27, 18, 40	5, 34, 31, 35
2	Weight of stationary object		+		10, 1, 29, 35		35, 30, 13, 2		5, 35, 14, 2		8, 10, 13, 29	13, 10, 26, 39	13, 10, 29, 14	1, 8, 1, 40	8, 35, 28, 2	
3	Length of moving object	8, 15, 29, 34		+		15, 17, 4		7, 17, 4, 35		13, 4, 8	17, 10, 4	1, 8, 10, 29	1, 8, 13, 14	1, 8, 15, 34	8, 35, 29, 34	19
4	Length of stationary object		35, 28, 40, 29		+		17, 7, 10, 40		35, 8, 2, 14		28, 10	1, 14, 35	13, 14, 15, 7	39, 37, 15, 14	28, 26	
5	Area of moving object	2, 17, 29, 4		14, 15, 18, 4		+		7, 14, 17, 4		29, 30, 4, 34	19, 30, 35, 2	10, 15, 38, 29	5, 34, 13, 39	11, 2, 40, 14	3, 15, 40, 14	6, 3
6	Area of stationary object		30, 2, 14, 18		28, 7, 9, 39		+				1, 16, 35, 36	10, 15, 38, 37		2, 38, 40		
7	Volume of moving object	2, 26, 29, 40		1, 7, 4, 35		1, 7, 4, 17		+		29, 4, 38, 34	15, 35, 38, 37	6, 35, 38, 37	1, 15, 29, 4	28, 10, 1, 39	9, 14, 15, 7	6, 35, 4
8	Volume of stationary object		35, 10, 19, 14		35, 8, 2, 14				+		2, 18, 37	24, 35	7, 2, 35	34, 28, 35, 40	9, 14, 17, 15	
9	Speed	2, 28, 13, 38		13, 14, 8		29, 30, 34		7, 29, 34		+	13, 28, 15, 19	6, 18, 38, 40	35, 15, 18, 34	28, 33, 1, 18	8, 3, 20, 14	3, 19, 35, 5
10	Force (Intensity)	8, 1, 37, 18	18, 13, 1, 28	17, 19, 9, 36		19, 10, 36, 37	1, 18, 36, 37	15, 9, 12, 37	2, 36, 18, 37	13, 28, 15, 12	+	18, 21, 11	10, 35, 40, 34	35, 10, 21	35, 10, 14, 27	19, 2
11	Stress or pressure	10, 36, 37, 40	13, 29, 10, 18	35, 10, 36	35, 1, 14, 18	10, 15, 36, 28	10, 15, 36, 37	6, 35, 10	35, 24	6, 35, 38	36, 35, 21	+	35, 4, 15, 10	35, 33, 2, 40	9, 18, 3, 40	19, 3, 27
12	Shape	8, 10, 29, 40	15, 10, 26, 3	29, 34, 5, 4	13, 14, 10, 7	5, 34, 4, 10		14, 4, 15, 22	7, 2, 35	35, 15, 34, 18	35, 10, 37, 40	34, 15, 10, 14	+	33, 1, 18, 4	30, 14, 10, 40	14, 26, 9, 25

Gambar 2. 1 Matriks Kontradiksi

Sumber: (Altshuller, 1999b)

Kontradiksi desain antara dua parameter kerja dapat diselesaikan dengan menggunakan satu atau lebih 40 dasar inovasi yang ada. Untuk mewakili kondisi kontradiksi teknis ini TRIZ telah memilih 39 parameter sistem dan menyediakan matriks permasalahan berukuran 39 x 39. Langkah-langkah yang harus diikuti untuk dapat bekerja dalam matriks kontradiksi tersebut adalah sebagai berikut:

- Memilih fitur standar yang paling mendekati fitur yang akan dikembangkan dari fitur standar dan yang paling mendekati fitur yang tidak dibutuhkan lagi.
- Temukan baris pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang akan dikembangkan.
- Temukan kolom pada matriks kontradiksi yang merupakan fitur standar yang tidak dibutuhkan lagi.
- Pada sel perpotongan antara kolom dan baris terdapat nomor-nomor yang direkomendasikan.

- Lihat prinsip-prinsip tersebut pada daftar 40 prinsip TRIZ dan gunakan untuk menghasilkan ide-ide dalam menyelesaikan permasalahan.

2.2.8 Penerapan TRIZ dalam Perancangan Sistem Informasi.

Metode TRIZ tidak hanya digunakan pada perancangan produk, tetapi juga dalam perancangan sistem informasi dan layanan publik. TRIZ membantu mengidentifikasi permasalahan yang muncul pada fase desain, seperti konflik antara kebutuhan fungsional dan kenyamanan pengguna. Dalam konteks mitigasi bencana, TRIZ bermanfaat untuk merancang sistem informasi yang mampu menyajikan informasi secara cepat namun tetap mudah dipahami wisatawan. TRIZ juga mendukung proses inovasi dengan mengarahkan pengembang menemukan cara paling efisien untuk menggabungkan teknologi, seperti integrasi *QR Code* sebagai media penyampaian informasi interaktif (Szczepanik & Chudziak, 2025) ;

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di BPBD Kabupaten Klaten dan kawasan wisata Deles Indah Kemalang, yang merupakan wilayah rawan bencana erupsi Gunung Merapi serta lokasi pemasangan *barcode* untuk sistem informasi mitigasi bencana.

3.2 Objek Penelitian

Objek pada penelitian adalah perancang sistem informasi mitigasi Gunung Merapi di Deles Indah Kemalang dengan output *barcode*. Perancangan sistem informasi ini dilakukan berdasarkan atribut dan penerjemah kebutuhan menggunakan TRIZ.

3.3 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah fasilitator dari BPBD, masyarakat setempat, dan pengunjung wisata dengan rentang usia 15-40 tahun.

3.4 Sumber Data

3.4.1 Data Primer.

Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara) terhadap objek penelitian. Data primer yang akan digunakan pada penelitian ini untuk merancang produk adalah dengan pengumpulan *voice of customer*.

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data merupakan teknik yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data dari penelitian. Berikut adalah metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini:

3.5.1 Survei.

Pada penelitian ini dilakukan dengan cara menyebarkan kuisisioner survei kepada pengunjung dengan range umur 15-40 tahun untuk mengetahui kebutuhan, persepsi, dan preferensi terhadap media informasi mitigasi bencana.

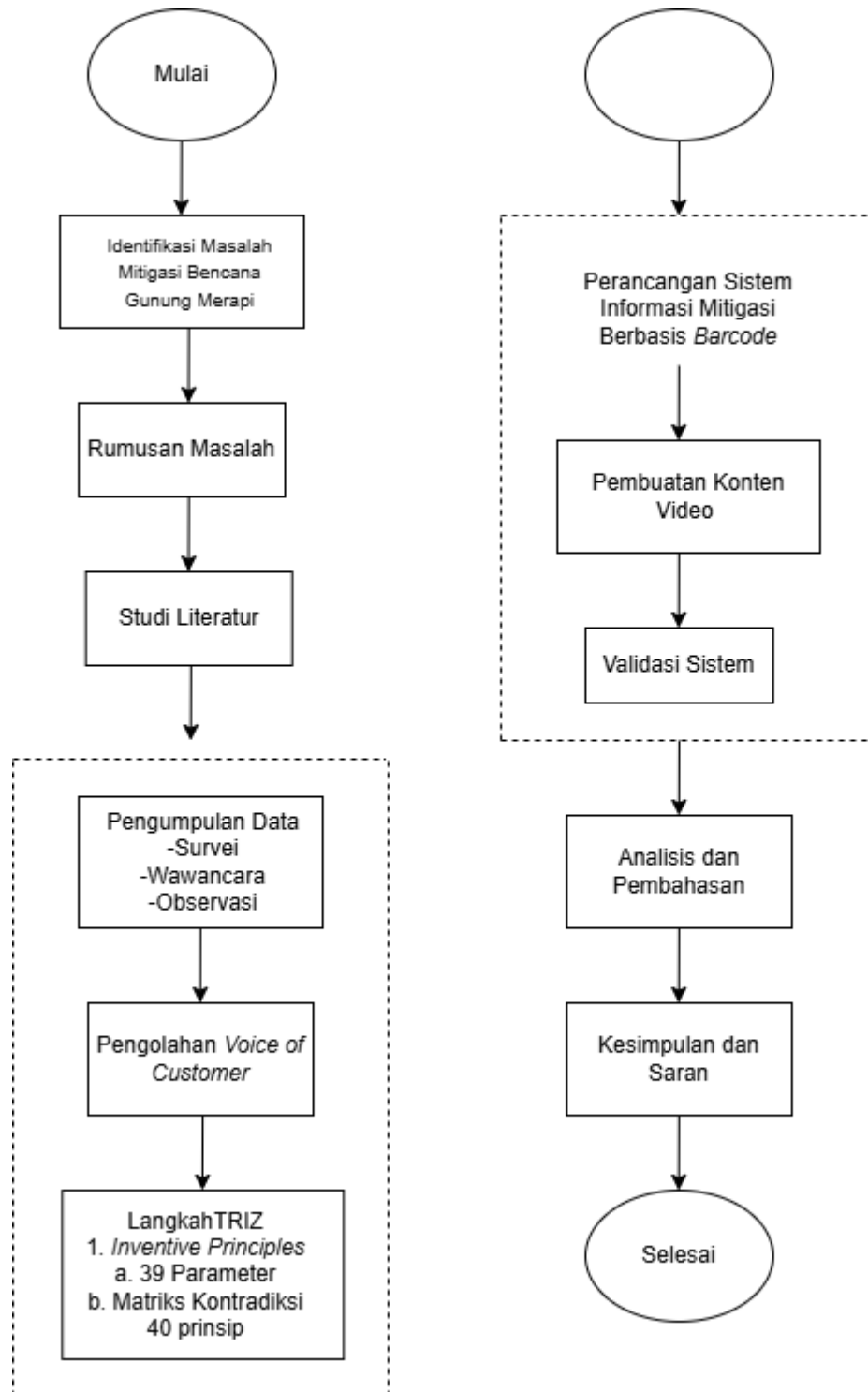
3.5.2 Wawancara.

Pada penelitian ini wawancara dilakukan dalam melakukan studi pendahuluan guna mendapatkan informasi dari pengunjung wisata. Wawancara juga dilakukan dengan menggunakan daftar pertanyaan wawancara untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna dalam perancangan *barcode* yang akan diterjemahkan menggunakan metode TRIZ.

3.5.3 Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch (TRIZ).

Dalam menggunakan metode *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch* (TRIZ), pengumpulan data dilakukan dengan pengisian kuisisioner dan wawancara terkait kebutuhan dan keinginan dari responden yaitu pengunjung dengan range usia 15-40 tahun. Dari data kebutuhan konsumen akan diterjemahkan ke dalam bahasa teknis atau kategori apa saja yang dapat digunakan dalam perancangan sistem informasi mitigasi Gunung Merapi berbasis *barcode*. Dengan mengklasifikasikan masalah ke dalam 39 parameter teknis TRIZ dan penggunaan matriks kontradiksi untuk menemukan solusi dengan 40 prinsip inovasi.

3.6 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 3. 1, diketahui alur pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mulai

Memulai penelitian yang akan dilakukan.

2. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengamatan kondisi nyata dikawasan wisata Deles Indah kemalang terkait penyampaian informasi mitigasi bencana. Mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu minimnya media edukasi yang praktis, menarik, dan mudah diakses oleh pengunjung. Hasil dari tahap ini menjadi dasar perumusan tujuan penelitian.

3. Rumusan Masalah

Setelah dilakukan identifikasi masalah, tahap selanjutnya melakukan perumusan masalah. Pada tahap ini masalah yang sudah ditemukan akan dikerucutkan agar lebih spesifik dan akan diselsaikan pada penelitian ini.

4. Studi Literatur

Tahap selanjutnya adalah melakukan studi literatur untuk memperoleh landasan teori yang relevan. Literatur yang dikaji meliputi konsep mitigasi bencana, edukasi kebencanaan, sistem informasi, teknologi *barcode*, serta metode TRIZ. Studi literatur diperlukan untuk memastikan bahwa penelitian memiliki dasar ilmiah yang kuat dan selaras dengan penelitian terdahulu.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat mengenai kebutuhan pengguna terhadap sistem informasi mitigasi bencana. Metode pengumpulan data meliputi:

- Survei kepada pengunjung wisata dengan rentang usia 15–40 tahun.
- Wawancara dengan pihak BPBD dan pengelola kawasan wisata.
- Observasi langsung terhadap lingkungan sekitar Deles Indah, titik potensi bahaya, serta jalur evakuasi.
- Data yang diperoleh pada tahap ini menjadi input utama dalam pengolahan kebutuhan pengguna.

6. Pengolahan *Voice of Customer* (VOC)

Data yang diperoleh dari survei dan wawancara kemudian diolah untuk mengidentifikasi kebutuhan, harapan, dan kendala yang dirasakan pengguna. Hasil pengolahan VOC ini dikelompokkan menjadi beberapa atribut kebutuhan, yang selanjutnya diterjemahkan ke dalam parameter teknis sesuai dengan metode TRIZ. Tahap ini bertujuan menghasilkan gambaran nyata mengenai kebutuhan pengguna dalam penggunaan *barcode* sebagai media informasi mitigasi.

7. Penerapan Metode TRIZ

Tahapan penerapan TRIZ dilakukan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

- Identifikasi kontradiksi, yaitu kondisi ketika peningkatan suatu aspek justru menurunkan aspek lainnya.
 - Penentuan parameter teknis, dengan mengonversi kebutuhan pengguna ke dalam 39 parameter teknis TRIZ.
 - Penggunaan matriks kontradiksi, untuk memperoleh solusi yang sesuai berdasarkan prinsip-prinsip inovasi.
 - Pemilihan 40 prinsip inovatif yang relevan sebagai dasar penyusunan solusi teknis.
- Tahap ini menghasilkan arah penyelesaian masalah yang sistematis dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

8. Perancangan Sistem Informasi Berbasis *Barcode*

Berdasarkan hasil penerapan TRIZ, peneliti merancang sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode*. Perancangan meliputi:

- Penentuan konten informasi yang akan ditampilkan.
- Desain dan pembuatan *barcode*.
- Penentuan lokasi strategis pemasangan *barcode*.

Hasil tahap ini berupa rancangan sistem yang siap diimplementasikan dan diuji.

9. Pembuatan Konten Video Edukasi

Video edukasi dibuat sebagai media utama yang akan diakses melalui *barcode*. Konten video berisi informasi mengenai tanda-tanda awal erupsi, jalur evakuasi, prosedur keselamatan, serta langkah-langkah mitigasi yang mudah dipahami oleh pengunjung.

Pembuatan video disesuaikan dengan kebutuhan pengguna berdasarkan VOC dan prinsip solusi dari TRIZ.

10. Validasi Sistem

Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa sistem informasi berbasis *barcode* yang telah dirancang memenuhi kebutuhan pengguna. Validasi dilakukan melalui uji coba awal kepada pengunjung serta konsultasi dengan pihak BPBD. Hasil validasi digunakan untuk melakukan perbaikan terhadap sistem, baik dari sisi aksesibilitas, konten, maupun kualitas video.

11. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengumpulan data dan penerapan TRIZ. Pembahasan dilakukan secara kritis untuk mengevaluasi kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna, efektivitas solusi TRIZ yang diterapkan, hambatan atau keterbatasan yang muncul selama penelitian, perbandingan antara hasil penelitian dengan teori maupun penelitian sebelumnya. Pada tahap ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai performa sistem dan kontribusi penelitian.

12. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini berisi penarikan kesimpulan berdasarkan seluruh tahapan penelitian. Kesimpulan disusun untuk menjawab tujuan penelitian, antara lain, efektivitas sistem informasi berbasis *barcode*, kesesuaian metode TRIZ dalam merancang solusi mitigasi bencana, respon pengguna terhadap media yang dikembangkan. Selain itu, peneliti memberikan saran untuk penelitian selanjutnya, seperti perbaikan konten video, pengembangan sistem digital yang lebih interaktif, atau integrasi dengan sistem peringatan dini.

13. Selesai

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Kawasan Objek Wisata Deles Indah Kemalang

Objek Wisata Deles Indah merupakan sebuah kawasan wisata alam yang terletak di Dusun Deles, Desa Sidorejo, Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah. Kawasan ini berada pada ketinggian sekitar 1.216 meter diatas permukaan laut, dan hanya berjarak sekitar 4-5 kilometer dari puncak Gunung Merapi. Dengan akses perjalanan melalui jalur Klaten-Kemalang, Deles Indah menjadi salah satu lokasi wisata terdekat yang menawarkan panorama langsung ke puncak Merapi dari sisi timur.

Secara umum, Deles Indah merupakan destinasi wisata alam yang menawarkan pemandangan langsung ke arah Gunung Merapi. Kondisi lingkungan yang masih alami dengan dominasi hutan pinus menjadikan Kawasan ini cukup diminati pengunjung, terutama pada akhir pekan dan musim lebaran. Selain itu, tempat ini sering digunakan sebagai lokasi berkemah, pelatihan, dan kegiatan pecinta alam.

Namun demikian letak geografis Deles Indah yang berada dikawasan rawan bencana menjadikan aspek mitigasi sebagai hal yang penting untuk diperhatikan. Masih terbatasnya media informasi yang mudah diakses oleh pengunjung menjadi salah satu permasalahan yang ditemukan di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem informasi yang mampu menyampaikan informasi mitigasi bencana.

4.4.1 Kondisi Eksisting Sistem Informasi Mitigasi Bencana

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait, kawasan Wisata Deles Indah telah memiliki beberapa media informasi yang digunakan untuk mendukung aktivitas pengunjung. Media tersebut berupa papan petunjuk arah menuju lokasi wisata, papan nama kawasan, dan jalur evakuasi. Selain itu, informasi mengenai aktivitas Gunung Merapi juga dapat diperoleh melalui media yang dikelola oleh BPBD maupun instansi terkait, namun belum tersedia secara langsung di kawasan wisata.

Meskipun demikian, belum tersedia sistem informasi mitigasi bencana yang terintegrasi dan secara khusus memberikan informasi kepada pengunjung mengenai potensi bahaya erupsi Gunung Merapi. Informasi mengenai jalur evakuasi, titik kumpul,

kawasan rawan bencana, prosedur penyelamatan diri, serta langkah-langkah mitigasi masih disampaikan secara terbatas dan belum dikemas dalam media yang mudah diakses secara mandiri oleh pengunjung.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa media informasi yang tersedia saat ini masih berfungsi sebagai media informasi umum, bukan sebagai sistem informasi mitigasi bencana yang mampu menyajikan informasi secara lengkap, interaktif, dan mudah dipahami. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* yang mampu mengintegrasikan berbagai informasi kebencanaan ke dalam satu media yang dapat diakses secara cepat menggunakan *smartphone*. Berikut merupakan tabel kondisi eksisting sistem informasi di Objek Wisata Deles Indah berdasarkan hasil observasi:

Tabel 4. 1 Kondisi Eksisting Sistem Informasi

Aspek	Kondisi Eksisting	Kelemahan
Papan petunjuk lokasi	Tersedia pada beberapa titik kawasan wisata	Hanya memberikan informasi arah, tidak memuat informasi mitigasi bencana.
Papan informasi umum	Tersedia di kawasan wisata	Informasi bersifat umum dan belum memuat jalur evakuasi maupun prosedur penyelamatan diri.
Informasi aktivitas Gunung Merapi	Dapat diperoleh melalui BPBD	Tidak tersedia secara langsung di lokasi wisata sehingga pengunjung harus mencari informasi secara mandiri.

Jalur Evakuasi	Sudah terdapat jalur evakuasi	Informasi pendukung mengenai prosedur evakuasi dan titik kumpul belum disampaikan secara lengkap.
Sistem informasi mitigasi berbasis <i>barcode</i>	Belum tersedia	Pengunjung belum dapat mengakses seluruh informasi mitigasi melalui satu media yang praktis dan interaktif.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data *Voice Of Customer* (VOC) merupakan tahap awal dalam metode TRIZ yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, harapan, serta permasalahan pengguna terhadap sistem informasi mitigasi bencana di kawasan Objek Wisata Deles Indah. Data VOC tersebut diperoleh melalui penyebaran kuisioner kepada pengunjung dan masyarakat sekitar. Pengumpulan data dilakukan dengan penyebaran kuesioner secara langsung dan melalui *google form* kepada pengunjung wisata dan masyarakat sekitar kawasan Deles Indah. Instrumen kuesioner disusun berdasarkan kondisi eksisting lokasi wisata yang berada dalam Kawasan Rawan Bencana (KRB) Gunung Merapi, sehingga fokus pertanyaan diarahkan pada kemudahan akses informasi, kejelasan edukasi mitigasi, serta efektivitas media penyampaian informasi kebencanaan. Responden penelitian terdiri dari pengunjung wisata, masyarakat lokal, dan individu yang pernah mengunjungi kawasan Deles Indah. Jumlah responden pada penelitian ini sebanyak 56 orang.

4.2.1 *Karakersitik Responden.*

Responden pada penelitian ini merupakan pengunjung Objek Wisata Deles Indah, masyarakat sekitar Kawasan wisata, dengan rentang usia 15-40 tahun dan jumlah responden sebanyak 56 orang.

Tabel 4. 2 Karakteristik Responden

No.	Karakteristik	Keterangan	Jumlah
1.	Usia	15-25 tahun	31
		26-35 tahun	15
		>35 tahun	10
		SD	0
2.	Pendidikan Terakhir	SMP	0
		SMA	38
		Perguruan Tinggi	18

Berdasarkan tabel 4.2, mayoritas responden berada pada rentang usia 15-25 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pengunjung yang mendominasi Objek Wisata Deles Indah berasal dari kelompok usia muda. Jika dilihat dari tingkat Pendidikan, sebagian besar responden memiliki latar belakang SMA dan Perguruan Tinggi. Kemudian dari sisi pekerjaan, responden juga didominasi oleh pelajar dan mahasiswa. Karakteristik responden tersebut penting karena akan mempengaruhi bagaimana sistem informasi dirancang, terutama dalam hal penyajian konten agar mudah dipahami dan sesuai dengan kemampuan pemahaman pengguna.

4.2.2 Hasil Voice Of Customer.

Dalam identifikasi kebutuhan konsumen, dilakukan dengan mengumpulkan *voice of customer* sebanyak 56 responden. Proses identifikasi dilakukan untuk menyesuaikan perancangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* sesuai dengan kebutuhan dan keinginan dari konsumen. Kebutuhan dan keinginan pengguna (*customer needs*) diperoleh melalui tahap identifikasi kebutuhan pengguna yang dilakukan sebelum penerapan metode TRIZ. Kebutuhan pengguna tersebut diperoleh dari hasil observasi lapangan, wawancara dengan pengunjung dan pengelola Wisata Deles Indah Kemalang, serta studi literatur terkait kebutuhan informasi mitigasi bencana pada kawasan wisata rawan bencana. Hasil identifikasi tersebut kemudian dirumuskan menjadi atribut kebutuhan pengguna yang selanjutnya dinilai tingkat kepentingannya melalui kuisioner *importance rating*. Nilai *importance rating* digunakan untuk menentukan kebutuhan pengguna yang menjadi prioritas dalam proses perancangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* menggunakan metode TRIZ. Berikut merupakan hasil dari identifikasi kebutuhan konsumen:

Tabel 4. 3 Hasil VOC

No	Customer Needs	VOC
1.	Informasi mitigasi mudah diakses	Kemudahan akses
2.	Informasi cepat dipahami	Kejelasan informasi
3.	Video edukasi menarik	Tampilan menarik
4.	Barcode mudah ditemukan	Vibilitas media
5.	Informasi tidak terlalu panjang	Informasi ringkas
6.	Tetap menyediakan informasi lengkap	Kelengkapam informasi
7.	Petunjuk informasi jelas	Keamanan pengguna
8.	Dapat diakses semua umur	Kemudahan pengguna

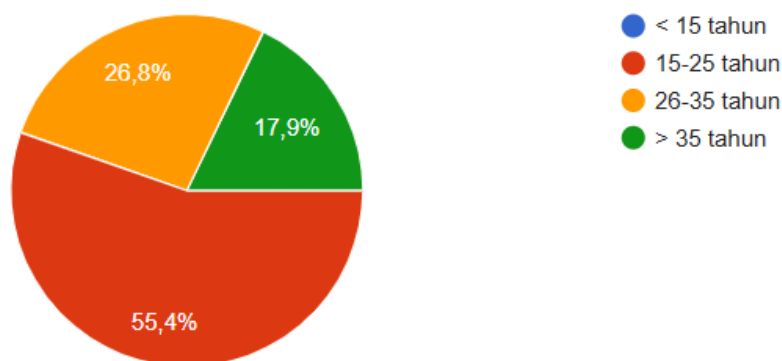
4.2.3 Rancangan Kuisisioner.

Rancangan kuisisioner pada penelitian ini disusun dengan tujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna secara terstruktur terhadap sistem informasi mitigasi bencana yang akan dirancang. Proses penyusunannya dilakukan secara terencana dengan mengacu pada hasil identifikasi masalah, kondisi nyata dilapangan, serta mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu yang relevan.

4.2.3.1 Demografi Responden.

Data responden diperoleh melalui penyebaran kuisisioner kepada masyarakat dan pengunjung. Terdapat 56 responden yang digunakan pada penelitian ini dengan usia dan pekerjaan yang berbeda. Demografi responden pada penelitian ini digambarkan pada gambar berikut:

a. Demografi Usia

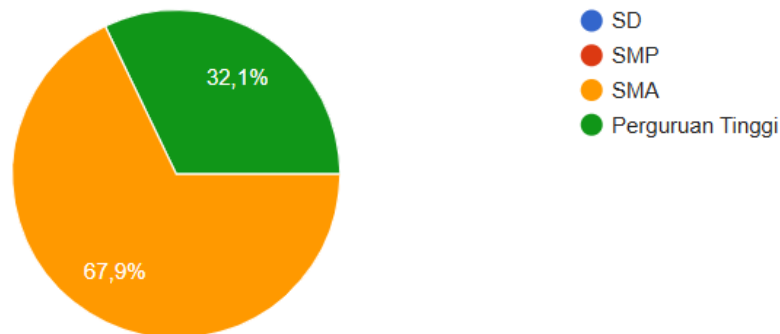


Gambar 4. 1 Demografi Usia

Berdasarkan diagram pada Gambar 4. 1, mayoritas responden dalam pengisian kuisisioner penelitian ini berusia 15-25 tahun sebanyak 31 responden dengan presentase

53,7%, usia 26-35 tahun sebanyak 15 responden dengan presentase 27,8%, dan yang berusia >35 tahun sebanyak 10 responden dengan presentase 18,5%.

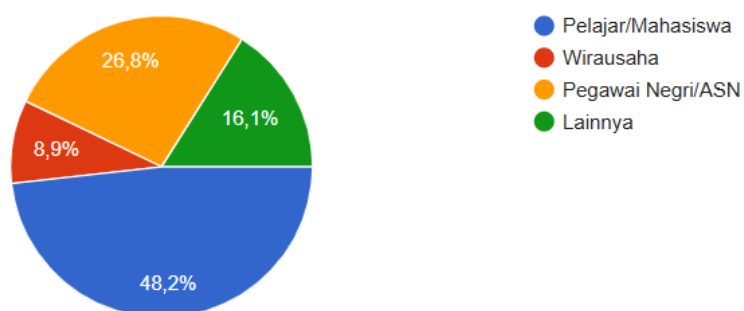
b. Demografi Pendidikan Terakhir



Gambar 4. 2 Pendidikan Terakhir

Berdasarkan diagram pada Gambar 4. 2, peneliti membagi berdasarkan jenjang Pendidikan yaitu SD, SMP, SMA, dan Perguruan Tinggi. Dari data tersebut dapat diketahui responden dengan latar belakang Perguruan Tinggi memiliki presentase sebesar 32,1% yaitu 18 responden, latar belakang SMA memiliki presentase sebesar 67,9% yaitu 38 responden. Latar belakang SMP dan SD memiliki presentasi sebesar 0% yang artinya tidak ada responden dengan latar belakang SMP dan SD.

c. Demografi Pekerjaan

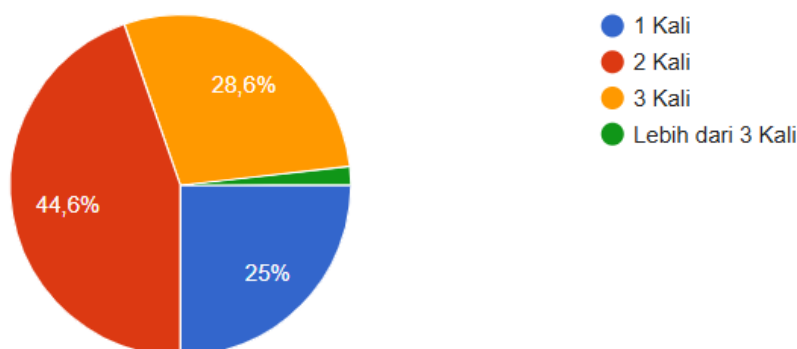


Gambar 4. 3 Demografi Pekerjaan

Berdasarkan diagram pada Gambar 4. 3, responden dalam pengisian kuisioner ini memiliki pekerjaan yang berbeda-beda. Responden yang berstatus Pelajar/Mahasiswa sebanyak 27 dengan presentase 48,2%, responden yang berstatus Wirausaha sebanyak 5 dengan presentase 8,9%, responden yang berstatus Pegawai Negri/ASN sebanyak 15

dengan presentase 26,8%, dan responden yang berstatus pekerjaan lainnya sebanyak 9 dengan presentase 16,1%.

d. Demografi Frekuensi Berkunjung ke Deles Indah



Gambar 4. 4 Frekuensi Berkunjung ke Deles Indah

Berdasarkan diagram pada Gambar 4. 4, terdapat pilihan frekuensi berkunjung ke Deles Indah dalam satu tahun terakhir dari responden yang mengisi kuisioner pada penelitian ini. Dari data tersebut dapat diketahui frekuensi berkunjung sebanyak 1 kali dengan presentase 25% sebanyak 14 responden, frekuensi berkunjung sebanyak 2 kali dengan presentase 44,6% sebanyak 25 responden, frekuensi berkunjung sebanyak 3 kali dengan presentase 28,6% sebanyak 16 responden, frekuensi berkunjung lebih dari 3 kali dengan presentase 1,8% sebanyak 1 responden.

4.2.3.2 Kebutuhan Pengguna.

4.2.4 Pilot Study.

Pilot Study merupakan penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelum penelitian utama untuk menguji kelayakan metode penelitian, instrumen pengumpulan data, prosedur penelitian, serta mengidentifikasi potensi permasalahan yang mungkin muncul selama pelaksanaan penelitian utama (In, 2017). *Pilot Study* merupakan tahap awal penelitian eksperimental berskala kecil untuk menguji kelayakan desain penelitian, instrumen penelitian (kuisioner), dan prosedur yang akan digunakan kepada responden secara kualitatif. Dalam *pilot study*, pengujian validasi dalam penelitian menggunakan validitas muka (*face validity*) dan validitas konten (*content validity*). *Pilot study* ini menggunakan dua perspektif responden, yaitu perspektif awam dan perspektif *expert*. Berikut merupakan daftar pertanyaan dalam *pilot study*:

Tabel 4. 4 *Pilot Study*

No	Pertanyaan
1.	Apakah instrumen penelitian (kuisisioner) menggunakan cara yang umum untuk mendapatkan informasi?
2.	Apakah pertanyaan dalam kuisisioner ini mudah dipahami?
3.	Apakah terdapat kalimat atau kata yang membingungkan?
4.	Apakah pertanyaan yang diberikan sudah sesuai topik mitigasi bencana?
5.	Apakah anda mengalami kesulitan saat mengisi kuisisioner ini?
6.	Apakah intruksi pengisian cukup jelas untuk diikuti?
7.	Berapa waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pertanyaan?
8.	Apakah terdapat pertanyaan yang sensitif?
9.	Apakah pertanyaan dalam kuisisioner relevan dalam mengukur konsep yang ini diukur oleh peneliti?
10.	Apakah kuisisioner ini sudah cukup jelas jika digunakan oleh semua kalangan usia?
11.	Apakah terdapat komentar lain untuk meningkatkan kualitas dari kuisisioner?

Berikut merupakan hasil uji *pilot study*:

Tabel 4. 5 Hasil *Pilot Study*

No	Responden	Hasil
1.	Responden 1 (Pelajar/Mahasiswa)	Instrumen penelitian (kuisisioner) sudah menggunakan cara yang umum. Pertanyaan yang diberikan mudah dipahami. Tidak ada kalimat atau kata yang membingungkan. Pertanyaan kuisisioner sudah sesuai dengan topik mitigasi bencana. Tidak mengalami kesulitan dalam mengisi kuisisioner. Pertanyaan sudah cukup jelas untuk diikuti. Waktu yang digunakan responden untuk menyelesaikan kuisisioner 15 menit. Tidak terdapat pertanyaan yang sensitive. Dalam keseluruhan pertanyaan yang diajukan, sudah sesuai dan relevan dalam mengukur konsep yang akan diukur oleh peneliti. Secara keseluruhan, pertanyaan relevan dengan konsep yang ingin diukur dan cukup jelas untuk digunakan oleh berbagai kalangan. Tidak ada komentar.
2.	(Responden 2 Pengelola Wisata)	Instrument penelitian (kuisisioner) sudah menggunakan cara yang umum. Sebagian pertanyaan mudah dipahami, meskipun terdapat beberapa pertanyaan yang perlu dibaca ulang agar lebih jelas.

No	Responden	Hasil
3.	Responden (Pegawai BPBD)	Tidak kalimat atau yang membingungkan. Pertanyaan kuisisioner sudah sesuai dengan topik mitigasi bencana. Tidak mengalami kesulitan dalam mengisi kuisisioner. Pertanyaan sudah cukup jelas untuk diikuti. Waktu pengerjaan normal, tidak terlalu lama. Tidak terdapat pertanyaan yang sensitive. Dalam keseluruhan pertanyaan yang diajukan, sudah sesuai dan relevan dalam mengukur konsep yang akan diukur oleh peneliti. Secara keseluruhan, pertanyaan dalam kuisisioner sudah relevan dengan tujuan penelitian dan dapat dipahami oleh berbagai kalangan. Terdapat saran beberapa pergantian kalimat yang mudah dimengerti pelajar SMA. 3 Instrument penelitian (kuisisioner) sudah menggunakan cara yang umum. Pertanyaan yang diberikan mudah dipahami. Tidak terdapat kalimat atau kata yang membingungkan. Pertanyaan kuisisioner sudah sesuai dengan topik mitigasi bencana. Waktu yang digunakan responden untuk menyelesaikan kuisisioner 15 menit. Tidak terdapat pertanyaan yang sensitive. Dalam keseluruhan pertanyaan yang diajukan, sudah sesuai dan relevan dalam mengukur konsep yang akan diukur oleh peneliti. Secara keseluruhan, pertanyaan relevan dengan konsep yang ingin diukur dan cukup jelas untuk digunakan oleh berbagai kalangan. Tidak ada komentar.

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Nilai Importance Rating Kebutuhan Customer.

Data VOC selanjutnya diolah untuk mengetahui tingkat prioritas kebutuhan pengguna. Setelah menemukan kebutuhan konsumen yang diperoleh melalui hasil kuisisioner dari para responden, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan tingkat kepentingan (*Importance Rating*). Penilaian kebutuhan konsumen dilakukan menggunakan skala *likert*

lima tingkat, dengan nilai 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Penting), 3 (Cukup Penting), 4 (Penting), dan 5 (Sangat Penting).

Kemudian dilakukan rekapitulasi data *importance rating* beserta dilakukan perhitungan rata-rata dari masing-masing kebutuhan konsumen untuk mendapatkan nilai hasil *importance rating*. Berikut merupakan rekapitulasi data dan hasil perhitungan *importance rating* masing-masing:

Tabel 4. 6 Hasil *Importance Rating*

No	Customer Needs		Penilaian					Tingkat Kepentingan	
			1	2	3	4	5	SUM	AVG
1	Informasi mudah diakses	mitigasi	0	0	15	25	15	216	4,0
2	Informasi dipahami	cepat	0	1	12	21	20	222	4,1
3	Video edukasi menarik		0	0	16	21	15	211	3,9
4	Barcode ditemukan	mudah	0	1	14	22	17	217	4,0
5	Informasi panjang	tidak terlalu	0	1	12	22	19	221	4,1
6	Tetap informasi lengkap	menyediakan	0	2	11	25	16	217	4,0
7	Petunjuk informasi jelas		0	1	12	21	20	222	4,1
8	Dapat diakses umur	semua	0	0	19	22	13	210	3,9

Berdasarkan tabel 4.6, hampir semua atribut memiliki nilai rata-rata diatas 4, yang berarti seluruh kebutuhan pengguna dianggap penting oleh responden. Nilai tertinggi terdapat pada atribut informasi cepat dipahami, informasi tidak terlalu panjang, dan petunjuk informasi jelas (4,1). Hal ini menunjukkan bahwa pengguna menginginkan informasi yang mudah dipahami, ringkas, serta didukung dengan petunjuk yang jelas. Sementara itu, beberapa atribut lain seperti informasi mudah diakses, *barcode* mudah dipindah, dan menyediakan informasi lengkap (4,0), atribut video edukasi menarik, dan dapat diakses semua umur (3,9), meskipun nilai rata-ratanya sedikit lebih rendah, tetap berada pada kategori penting. Dari hasil tersebut dapat dilihat adanya kecenderungan kebutuhan pengguna yang mengarah pada penyampain informasi yang efektif, yaitu

informasi yang tidak hanya mudah diakses dan dipahami, namun juga disajikan secara singkat dan tidak bertele-tele agar mudah dipahami oleh pengguna.

4.3.2 Penerjemahan Nilai Importance Rating ke Parameter TRIZ.

Penerjemahan nilai *importance rating* ke dalam parameter TRIZ dilakukan untuk mengubah kebutuhan pengguna yang bersifat kualitatif menjadi bentuk yang lebih terstruktur dan dapat dianalisis menggunakan metode TRIZ. Proses ini menjadi tahap penting metode TRIZ karena menggunakan parameter teknis sebagai dasar untuk mengidentifikasi permasalahan dan menentukan solusi yang tepat.

Berdasarkan hasil kuesioner, diperoleh beberapa kebutuhan utama pengguna terhadap sistem informasi mitigasi bencana. Kebutuhan tersebut kemudian dijabarkan ke dalam parameter TRIZ yang paling sesuai dengan karakteristik masing-masing kebutuhan. Berikut penerjemahan nilai *importance rating* ke metode TRIZ:

Tabel 4. 7 Penerjemahan Nilai Importance Rating

No	Customer Needs	Parameter TRIZ	No Parameter
1	Informasi mitigasi mudah diakses	<i>Ease of operation</i>	33
2	Informasi cepat dipahami	<i>Ease of operation</i>	33
3	Video edukasi menarik	<i>Shape</i>	12
4	Barcode mudah ditemukan	<i>Ease of operation</i>	33
5	Informasi tidak terlalu panjang	<i>Loss of time</i>	25
6	Tetap menyediakan informasi lengkap	<i>Quantity of substance/the matter</i>	26
7	Petunjuk informasi jelas	<i>Measurement Accuracy</i>	28
8	Dapat diakses semua umur	<i>Adaptability Versality</i>	35

4.3.3 Penerapan Metode TRIZ.

4.3.3.1 Identifikasi Kontradiksi.

Metode TRIZ menggunakan matriks kontradiksi Altshuller yang berbentuk tabel dengan 39x39 elemen yang terbagi menjadi dua bagian yaitu *improving feature* dan *worsening feature*. Diperoleh delapan parameter utama yang merepresentasikan kebutuhan sistem. Tetapi, dalam proses perancangan ditemukan bahwa beberapa parameter tersebut saling bertentangan. Kontradiksi muncul karena peningkatan pada satu parameter justru

berdampak pada penurunan parameter lainnya. Maka, dilakukan identifikasi kontradiksi untuk mengetahui hubungan antar parameter yang saling bertentangan.

4.3.3.2 *Improving Feature*.

Tabel 4. 8 *Improving Feature*

No	Fungsi	Akar Masalah	<i>Improving Feature</i>	
1.	Informasi mitigasi mudah diakses	Akses informasi kurang cepat	<i>Ease of operation</i> (33)	
2.	Informasi cepat dipahami	Informasi sulit dipahami pengguna	<i>Ease of operation</i> (33)	
3.	Video edukasi menarik	Tampilan kurang menarik	<i>Shape</i> (12)	
4.	<i>Barcode</i> mudah ditemukan	<i>Barcode</i> sulit ditemukan	<i>Ease of operation</i> (33)	
5.	Informasi tidak terlalu panjang	Informasi terlalu panjang	<i>Loss of time</i> (25)	
6.	Tetap menyediakan informasi lengkap	Informasi tidak lengkap	<i>Quantity of substance</i> (26)	
7.	Petunjuk informasi jelas	Petunjuk kurang jelas	<i>Measurement</i> (28)	<i>Accuracy</i>
8.	Dapat diakses semua umur	Tidak semua pengguna dapat mengakses	<i>Adaptability</i> (35)	<i>Versality</i>

Berdasarkan hasil penerjemahan kebutuhan pengguna ke dalam parameter TRIZ, selanjutnya dilakukan identifikasi *improving feature* untuk menentukan aspek yang perlu ditingkatkan dalam sistem. *improving feature* diperoleh dari akar permasalahan yang muncul pada setiap kebutuhan pengguna. Parameter seperti *ease of operation*, dan *quantity of information* menjadi fokus utama dalam perancangan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan pengguna terhadap informasi yang cepat, mudah dipahami, serta tetap lengkap.

4.3.3.3 *Worsening Feature*

Setelah identifikasi *improving feature* tahap selanjutnya adalah menentukan nilai *worsening feature* untuk menunjukkan dampak apa saja yang akan terjadi ketika hal itu dilakukan. Berikut merupakan tabel *worsening feature*:

Tabel 4. 9 *Worsening Feature*

No	Fungsi	Akar Masalah	<i>Worsening Feature</i>
1.	Informasi mitigasi mudah diakses	Informasi dibuat sederhana agar mudah diakses	<i>Loss of information</i> (24)

2.	Informasi cepat dipahami	Informasi dibuat sederhana agar mudah dipahami	<i>Loss of information</i> (24)
3.	Video edukasi menarik	Penambahan elemen visual dan desain	<i>Device complexity</i> (36)
4.	<i>Barcode</i> mudah ditemukan	Penambahan elemen visual agar mudah ditemukan	<i>Device complexity</i> (36)
5.	Informasi tidak terlalu panjang	Informasi dipersingkat	<i>Loss of information</i> (24)
6.	Tetap menyediakan informasi lengkap	Penambahan detail informasi	<i>Loss of time</i> (25)
7.	Petunjuk informasi jelas	Penambahan penjelasan agar lebih jelas	<i>Loss of time</i> (25)
8.	Dapat diakses semua umur	Sistem dibuat untuk semua kalangan/pengguna	<i>Device complexity</i> (36)

4.3.3.4 Matriks Kontradiksi.

Pada tahapan ini ditentukan kontradiksi yang terjadi antara *improving feature* dan *worsening feature* dari fungsi yang diinginkan. Titik temu antar elemen akan menghasilkan *inventive principles* yang merupakan alternatif solusi yang akan menjadi acuan untuk merancang sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode*. *Inventive principle* yang diperoleh dari matriks kontradiksi TRIZ tidak seluruhnya diterapkan dalam penelitian ini. Dari beberapa alternatif prinsip yang diperoleh, dipilih satu *inventive principle* yang dinilai paling sesuai dengan karakteristik permasalahan, kebutuhan pengguna, serta rancangan solusi yang akan diterapkan pada sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode*. Pemilihan tersebut dilakukan agar solusi yang dihasilkan lebih tepat sasaran, mudah diimplementasikan, dan mampu memenuhi kebutuhan pengguna secara efektif. Berikut merupakan hasil kontradiksi *improving feature* dan *worsening feature* ditunjukkan pada tabel 4.10

Tabel 4. 10 Matriks Kontradiksi

No	Fungsi yang Diinginkan	Akar Masalah	<i>Improving Feature</i>	<i>Worsening Feature</i>	<i>Inventive Principles</i>
1.	Informasi mitigasi mudah diakses	Akses informasi kurang cepat	<i>Ease of operation</i> (33)	<i>Loss of information</i> (24)	4, 10, 27, 22
2.	Informasi cepat dipahami	Informasi sulit dipahami pengguna	<i>Ease of operation</i> (33)	<i>Loss of information</i> (24)	4, 10, 27, 22

3.	Video edukasi menarik	Tampilan kurang menarik	<i>Shape</i> (12)	<i>Device complexity</i> (36)	16, 29, 1, 28
4.	<i>Barcode</i> mudah ditemukan	<i>Barcode</i> sulit ditemukan	<i>Ease of operation</i> (33)	<i>Device Complexity</i> (36)	32, 26, 12, 17
5.	Informasi tidak terlalu panjang	Informasi terlalu panjang	<i>Loss of time</i> (25)	<i>Loss of information</i> (24)	24, 26, 28, 32
6.	Tetap menyediakan informasi lengkap	Informasi tidak lengkap	<i>Quantity of substance</i> (26)	<i>Loss of time</i> (25)	35, 38, 18, 16
7.	Petunjuk informasi jelas	Petunjuk kurang jelas	<i>Measurement Accuracy</i> (28)	<i>Loss of time</i> (25)	24, 34, 28, 32
8.	Dapat diakses semua umur	Tidak semua pengguna dapat mengakses	<i>Adaptability</i> (35)	<i>Device complexity</i> (36)	15, 29, 37, 28

4.3.3.5 Mapping Process

Setelah didapatkan alternatif solusi yaitu *inventive principles* dari kontradiksi *improving feature* dan *worsening feature*, selanjutnya memilih dan menerapkan prinsip yang tepat dan alternatif yang ada kedalam spesifikasi desain parameter dan solusi alat yang akan dirancang. Berikut merupakan hasil dari penerapannya:

Tabel 4. 11 *Mapping Process TRIZ*

Atribut	Fungsi yang ingin diperbaiki	Dampak	Inventive Principles	Deskripsi	Prinsip yang Sesuai	Solusi yang Spesifik
Informasi mitigasi mudah diakses	Akses informasi kurang cepat	Informasi menjadi terlalu sederhana sehingga berpotensi kehilangan informasi yang detail	4 (<i>assymetry</i>), 10 (<i>preliminary action</i>)	Menyiapkan media informasi sebelum dibutuhkan dan menyesuaikan penyajian informasi agar mudah dijangkau pengguna.	Prinsip 10: <i>prior action</i> (melakukan tindakan persiapan untuk sebuah objek atau sistem baik lengkap maupun sebagian dari sistem atau objek tersebut)	Menempatkan <i>barcode</i> pada lokasi strategis sebelum memasuki area wisata sehingga pengunjung dapat langsung mengakses informasi mitigasi tanpa mencari informasi secara manual.
Informasi cepat dipahami	Informasi sulit dipahami pengguna	Informasi lengkap menjadi terlalu banyak	4 (<i>assymetry</i>), 10 (<i>preliminary action</i>)	Menyusun informasi secara terstruktur sebelum disampaikan sehingga pengguna dapat memahami informasi secara bertahap.	Prinsip 1: <i>segmentation</i> (membagi suatu objek atau sistem menjadi bagian-bagian tersendiri)	Membagi video menjadi beberapa bagian, seperti pengenalan, status Merapi, jalur evakuasi, titik kumpul, dan prosedur penyelamatan sehingga informasi lebih mudah dipahami.

Atribut	Fungsi yang ingin diperbaiki	Dampak	Inventive Principles	Deskripsi	Prinsip yang Sesuai	Solusi yang Spesifik
Video edukasi menarik	Tampilan kurang menarik	Sistem menjadi lebih kompleks	16 (<i>partial or excessive action</i>), 29 (<i>pneumatics and hydraulics</i>)	Menambahkan elemen visual hanya pada bagian yang diperlukan agar media lebih menarik tanpa mengurangi fokus informasi.	Prinsip 32: <i>color change</i> (mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar)	Menambahkan animasi, ilustrasi, ikon, serta penggunaan warna kontras pada jalur evakuasi dan titik kumpul sehingga video lebih menarik dan mudah dipahami.
Barcode mudah ditemukan	Barcode sulit ditemukan	Penambahan elemen visual meningkatkan kompleksitas	32 (<i>color change</i>), 26 (<i>copying</i>)	Mengubah tampilan <i>barcode</i> agar lebih mencolok dan mudah dikenali oleh pengguna.	Prinsip 32: <i>color change</i> (mengubah warna suatu objek atau sistem disesuaikan dengan lingkungan sekitar)	Mendesain <i>barcode</i> dengan warna kontras, ukuran yang lebih besar, serta memasangnya pada papan informasi di titik strategis kawasan wisata.
Informasi tidak terlalu panjang	Informasi terlalu panjang	Informasi menjadi kurang lengkap	24 (<i>intermediary</i>), 26 (<i>copying</i>)	Menghilangkan informasi yang kurang penting dan hanya menyampaikan inti informasi.	Prinsip 2: <i>taking out</i> (memisahkan bagian yang mengganggu dari suatu objek atau sistem, hanya diperlukan bagian dari suatu objek atau sistem)	Menyajikan informasi inti dalam bentuk video berdurasi singkat dengan fokus pada langkah mitigasi yang harus dilakukan pengunjung.

Atribut	Fungsi yang ingin diperbaiki	Dampak	Inventive Principles	Deskripsi	Prinsip yang Sesuai	Solusi yang Spesifik
Tetap menyediakan informasi lengkap	Informasi tidak lengkap	Sistem menjadi lebih sulit digunakan	35 (<i>parameter changes</i>), 38 (<i>strong oxidants</i>)	Menyediakan informasi utama dan informasi pendukung secara terpisah agar pengguna tidak merasa terbebani.	Prinsip 17: <i>another dimension</i> (memindahkan objek atau sistem dalam bentuk dua dimensi atau tiga dimensi)	Menyediakan video utama yang berisi informasi inti serta menu atau video lanjutan yang memuat informasi lebih rinci bagi pengguna yang membutuhkan.
Petunjuk informasi jelas	Petunjuk kurang jelas	Informasi menjadi terlalu banyak	24 (<i>intermediary</i>), 34 (<i>discarding and recovering</i>)	Memberikan petunjuk secara bertahap dan memanfaatkan simbol visual untuk memperjelas informasi.	Prinsip 23: <i>feedback</i> (melakukan koreksi (perujukan kembali, pengecekan silang) untuk melakukan perbaikan proses atau mengambil sebuah tindakan)	Menambahkan ikon arah, simbol evakuasi, peta jalur, serta penjelasan visual sehingga pengguna memperoleh umpan balik visual yang membantu memahami informasi.
Dapat diakses semua umur	Tidak semua pengguna dapat mengakses	Sistem menjadi lebih kompleks	15 (<i>Dynamics</i>), 29 (<i>pneumatics and hydraulics</i>)	Menyesuaikan penyajian informasi agar fleksibel sesuai karakteristik pengguna.	Prinsip 15: <i>dynamicity</i> (mendesain sifat sebuah objek, lingkungan sekitar untuk mencari	Menyediakan video dengan bahasa sederhana, ikon visual, dan narasi yang jelas sehingga dapat dipahami oleh

Atribut	Fungsi yang ingin diperbaiki	Dampak	<i>Inventive Principles</i>	Deskripsi	Prinsip yang Sesuai	Solusi yang Spesifik
					kondisi yang lebih optimal)	anak-anak, remaja, hingga orang dewasa.

4.3.4 Tujuan Penggunaan Barcode.

Pada penelitian ini, *barcode* digunakan sebagai media akses menuju sistem informasi mitigasi bencana yang telah dirancang. Penggunaan *barcode* bertujuan untuk mempermudah pengunjung dalam mengakses informasi mitigasi secara cepat, praktis, dan mandiri melalui *smartphone*. *Barcode* menghubungkan media fisik yang dipasang di kawasan wisata dengan konten digital berupa video edukasi mitigasi bencana, sehingga pengunjung dapat memperoleh informasi mengenai status Gunung Merapi, jalur evakuasi, titik kumpul, dan prosedur penyelamatan diri dalam satu media yang terintegrasi. Selain itu, penggunaan *barcode* memudahkan pembaruan informasi karena perubahan cukup dilakukan pada konten digital tanpa perlu mengganti media fisik yang telah dipasang di lokasi wisata.

4.3.5 Virtual Desain.

4.3.4.1 Penjelasan Video Edukasi.

1. Penjelasan Profil Deles Indah



Gambar 4. 5 *Screenshoot* Penjelasan Profil Wisata

Pada awal video sampai dengan menit 01.41 menjelaskan profil singkat Objek Wisata Deles Indah yang berlokasi di dusun Deles, Desa Sidorejo, Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah.

2. Penjelasan Peta Jalur Wisata



Gambar 4. 6 *Screenshoot* Penjelasan Peta Jalur Wisata
Pada menit ke 01.49 menjelaskan peta jalur wisata Deles Indah, dengan informasi rute kendaraan, area tracking, serta fasilitas umum seperti tempat parkir, toilet, dan mushola.

3. Penjelasan Status Siaga Gunung Merapi



Gambar 4. 7 *Screenshoot* Penjelasan Status Siaga Gunung Merapi
Pada menit ke 02.29 menjelaskan status siaga Gunung Merapi yang terbagi menjadi 4 tingkat, yaitu Level 1 (normal), Level 2 (waspada), Level 3 (siaga), Level 4 (awas).

4. Kawasan Rawan Bencana 3



Gambar 4. 8 Screenshoot Penjelasan KRB

Pada menit ke 04.17 menjelaskan Kawasan Rawan Bencana 3, wilayah di daerah Klaten yang masuk pada KRB 3, diantaranya yaitu desa Balerante, desa Sidorejo, dan desa Tegalmulyo. Deles indah berada di wilayah Sidorejo dan masuk kategori Kawasan Rawan Bencana (KRB) 3, yaitu zona dengan tingkat ancaman tertinggi. Jika terjadi erupsi wilayah tersebut berpotensi terdampak awan panas, guguran lava, dan material vulkanik lainnya.

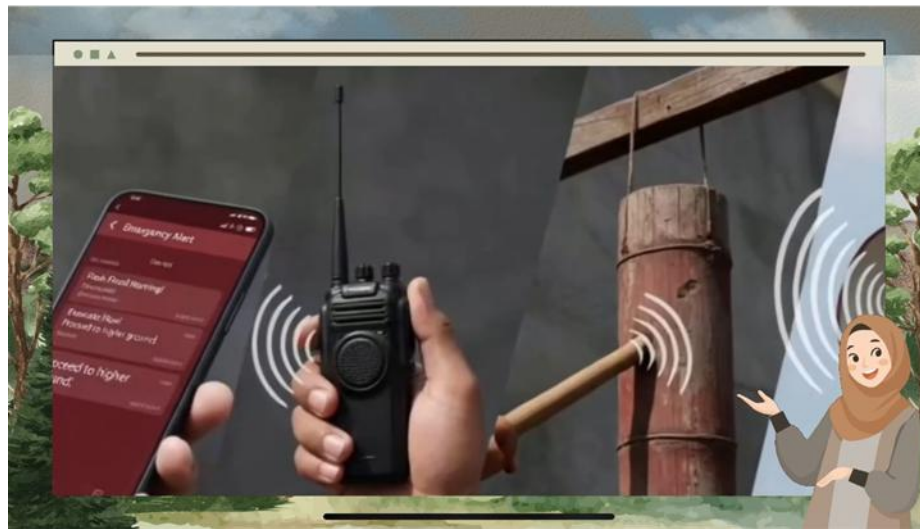
5. Langkah Perlindungan Diri



Gambar 4. 9 Screenshoot Langkah Perlindungan Diri

Pada menit ke 05.23 menjelaskan langkah perlindungan diri jika terjadi bencana Gunung Merapi.

6. Peringatan Dini Jika terjadi Bencana



Gambar 4. 10 Screenshoot Peringatan Dini



Gambar 4. 11 Screenshoot Peringatan Dini

Pada menit ke 05.52 menjelaskan tentang peringatan dini jika terjadi bencana Gunung Merapi yang disampaikan melalui grup WhatsApp, HT, kentongan, dan pengeras suara masjid. Setelah menerima arahan dari tim evakuasi selanjutnya menuju titik kumpul 1. Setibanya dititik kumpul 1 warga melapor kepada Koordinator Evakuasi untuk menyampaikan apakah akan mengungsi secara mandiri atau bersama warga lainnya. Selanjutnya, warga menuju lokasi

pengungsian menggunakan kendaraan melalui jalur evakuasi yang telah ditentukan dengan pendampingan tim evakuasi.

7. Titik Kumpul



Gambar 4. 12 *Screenshoot* Titik Kumpul

Pada menit ke 07.46 Menjelaskan titik kumpul di daerah tersebut terbagi menjadi dua yaitu titik kumpul 1 yang terdiri dari RT Bangan, Masjid Baiturrohman, dan Masjid An-Nur. Sedangkan titik kumpul 2 yaitu GOR Kalimosodo.



Gambar 4. 13 *Screenshoot* Titik Kumpul RT Bangan



Gambar 4. 14 Screenshoot Titik Kumpul Masjid Baiturrahman



Gambar 4. 15 Screenshoot Titik Kumpul Masjid An-Nur



Gambar 4. 16 *Screenshoot* Titik Kumpul GOR Kalimosodo
Sedangkan titik kumpul 2 yaitu GOR Kalimosodo, titik kumpul ini bersifat sementara dan digunakan untuk menampung jumlah warga yang lebih banyak, sekaligus menunggu perkembangan situasi. Apabila kondisi di titik kumpul dusun tersebut dinyatakan aman, maka GOR Kalimosodo dapat dijadikan sebagai tempat pengungsian tetap. akhir atau tempat pengungsian.

8. Video Penutup



Gambar 4. 17 *Screenshoot* Penutup
Pada menit terakhir berisi tentang harapan bagia warga masyarakat sekitar Deles Indah dan pengunjung mengenai kesiapsiagaan jika terjadi bencana Gunung Merapi.

4.3.6 Barcode.

Barcode dibuat dengan tujuan agar video penjelasan dapat diakses siapa pun dan dimana pun. Fitur-fitur yang ada pada *barcode* tersebut antara lain yaitu: *link* menuju *barcode*. Setelah pembuatan video penjelasan mengenai mitigasi bencana Gunung Merapi di Objek Wisata Deles Indah Kemalang, selanjutnya dilakukan pembuatan *barcode*. *Barcode* dibuat dari *website (linktree)*, berikut *screenshot* dan desain plang dari *barcode* yang sudah dibuat.



Gambar 4. 18 Output Barcode

4.3.7 Validasi Sistem

Validasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil validasi menunjukkan bahwa sistem informasi berbasis *barcode* mampu meningkatkan kemudahan akses informasi serta membantu pengguna memahami langkah-langkah mitigasi dengan lebih baik. Dengan demikian, sistem yang dirancang dapat dikatakan telah memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan media informasi mitigasi yang praktis, interaktif, dan mudah digunakan oleh berbagai kalangan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Karakteristik Responden

Berdasarkan hasil penyebaran kuisioner yang sudah dilakukan terdapat beberapa karakteristik responden yang didapatkan, yaitu terdapat empat jenis karakteristik responden berdasarkan usia, pendidikan terakhir, pekerjaan, frekuensi kunjungan ke Deles Indah. Berikut merupakan pembahasan karakteristik responden pada penelitian ini:

1. Karakteristik Berdasarkan Usia

Berdasarkan gambar 4.1 diperoleh hasil karakteristik responden berdasarkan usia. Dapat diketahui dari grafik tersebut terdapat 56 responden yang digunakan pada sampel penelitian ini dan diketahui 31 responden dengan presentase 53,7% berusia 15-25 tahun, 15 responden dengan presentase 27,8% berusia 26-25 tahun, dan 10 responden dengan presentase 18,5% berusia >35 tahun. Hasil tersebut didapatkan dengan penyebaran kuisioner kepada pengunjung wisata & masyarakat secara acak dan dapat disimpulkan bahwa mayoritas responden berusia 15-25 tahun.

2. Karakteristik Berdasarkan Pendidikan Terakhir

Berdasarkan gambar 4.2 diperoleh hasil karakteristik responden berdasarkan Pendidikan terakhir. Dapat diketahui dari grafik tersebut terdapat 56 responden yang digunakan pada sampel penelitian ini dan diketahui bahwa terdapat 18 responden dengan latar belakang Perguruan tinggi memiliki presentase 32,1%, selanjutnya terdapat 38 responden dengan latar belakang Pendidikan SMA memiliki presentase 67,9%, dan yang terakhir responden dengan latar belakang Pendidikan SMP dan SD memiliki presentase 0% yang artinya tidak ada responden dengan latar belakang Pendidikan SMP dan SD. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa mayoritas Pendidikan terakhir responden pada penelitian ini adalah Pendidikan SMA.

3. Karakteristik Berdasarkan Pekerjaan

Berdasarkan gambar 4.3 diperoleh hasil karakteristik responden berdasarkan pekerjaan. Dapat diketahui dari grafik tersebut responden yang berstatus sebagai Pelajar/Mahasiswa sebanyak 27 esponden dengan presentase 48,2%, responden yang

berstatus sebagai Wirausaha sebanyak 5 dengan presentase 8,9%, responden yang berstatus Pegawai Negeri/ASN sebanyak 15 dengan presentase 26,8%, dan responden yang berstatus pekerjaan lainnya sebanyak 9 dengan presentase 16,1%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa responden pada penelitian ini merupakan Pelajar/Mahasiswa.

4. Karakteristik Berdasarkan Frekuensi Berkunjung ke Deles Indah

Berdasarkan gambar 4.4 diperoleh hasil karakteristik responden berdasarkan frekuensi berkunjung ke Deles Indah dalam satu tahun terakhir. Dapat diketahui dari grafik tersebut responden dengan frekuensi berkunjung sebanyak 1 kali dengan presentase 25% sebanyak 14 responden, frekuensi berkunjung sebanyak 2 kali dengan presentase 44,6% sebanyak 25 responden, frekuensi berkunjung sebanyak 3 kali dengan presentase 28,6% sebanyak 16 responden, frekuensi berkunjung lebih dari 3 kali dengan presentase 1,8% sebanyak 1 responden. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa responden pada penelitian ini mayoritas berkunjung ke Deles Indah sebanyak 2 kali dalam satu tahun terakhir.

5.2 Analisis Kebutuhan Pengguna

Berdasarkan data yang diperoleh dari 56 responden, mayoritas responden berasal dari kelompok usia muda dengan latar belakang pelajar dan mahasiswa. Karakteristik tersebut berpengaruh terhadap preferensi pengguna dalam menerima informasi. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa kebutuhan utama pengguna terhadap sistem informasi mitigasi bencana tidak hanya berfokus pada kelengkapan informasi, tetapi juga kemudahan dalam mengakses dan memahami informasi oleh berbagai kalangan pengguna. Sebagian besar responden menginginkan informasi dapat diakses dengan cepat dan ringkas tanpa proses yang rumit. Selain itu mengharapkan informasi yang disajikan tidak terlalu panjang agar mudah dipahami dalam waktu singkat, namun di sisi lain pengguna menginginkan informasi yang lengkap dan jelas agar dapat memahami kondisi secara menyeluruh. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kebutuhan pengguna bersifat kompleks dan tidak dapat dipenuhi hanya dengan satu pendekatan sederhana. Maka diperlukan metode TRIZ yang mampu memenuhi kebutuhan pengguna yang saling bertentangan.

5.3 Analisis *Inventive Principles*

Inventive principles diperoleh dari pertemuan antara *improving feature* dan *worsening feature* suatu fungsi desain yang sudah diterjemahkan ke dalam metode TRIZ. Dari pertemuan pada matriks TRIZ tersebut diperoleh alternatif solusi secara konseptual dari kontradiksi antara fitur yang ingin dikembangkan dengan masalah yang diakibatkan jika fitur ini dikembangkan (*worsening feature*). Pada akar permasalahan yang termasuk model permasalahan *engineering contradiction* dan *physical contradiction* menghasilkan *inventive principles*. Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan pengguna dan analisis kontradiksi menggunakan metode TRIZ, diperoleh beberapa *inventive principles* yang digunakan sebagai dasar dalam pengembangan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* di Kawasan Wisata Deles Indah Kemalang. *Inventive principles* yang terpilih antara lain *preliminary action* (10), *segmentation* (1), *color change* (32), *intermediary* (24), *another dimension* (17), *parameter changes* (35), dan *dynamics* (15). Pemilihan prinsip-prinsip tersebut dilakukan berdasarkan hasil pemetaan kontradiksi antara fungsi yang ingin diperbaiki dengan dampak yang mungkin muncul apabila fungsi tersebut ditingkatkan.

Principle 10 (preliminary action) digunakan untuk mengatasi permasalahan akses informasi yang kurang cepat dengan menyiapkan media informasi sebelum dibutuhkan pengguna melalui penempatan *barcode* pada lokasi strategis. *Principle 1 (segmentation)* digunakan untuk mempermudah pengguna memahami informasi dengan cara membagi video edukasi menjadi beberapa bagian materi yang lebih terstruktur. Selanjutnya *principle 32 (color change)* digunakan untuk meningkatkan daya tarik visual video edukasi dan mempermudah pengguna menemukan *barcode* melalui penggunaan warna kontras, ilustrasi, animasi, dan ikon yang sesuai. *Principle 24 (intermediary)* digunakan untuk menyederhanakan informasi yang terlalu panjang melalui media perantara. Pada penelitian ini, prinsip tersebut diterapkan dengan menyajikan informasi inti mitigasi bencana dalam bentuk video singkat sehingga pengguna dapat memahami informasi penting dengan lebih cepat. *Principle 35 (parameter changes)* digunakan untuk mengubah cara penyajian informasi agar lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada penelitian ini, prinsip tersebut diterapkan dengan membedakan penyajian informasi

menjadi informasi utama dan informasi lanjutan sehingga informasi tetap lengkap tanpa membebani pengguna. *Principle 15 (dynamicity)* digunakan untuk menyesuaikan penyajian informasi agar dapat dipahami oleh berbagai kelompok pengguna dengan karakteristik yang berbeda.

Penerapan *inventive principles* tersebut menghasilkan rancangan sistem informasi mitigasi bencana yang lebih mudah diakses, mudah dipahami, menarik secara visual, serta mampu memenuhi kebutuhan informasi pengunjung secara lebih efektif.

5.4 Analisis Penerapan Metode TRIZ

5.4.1 Perhitungan Nilai Importance Rating untuk Penerapan Metode TRIZ.

Berdasarkan hasil penerjemahan nilai *importance rating* ke dalam parameter TRIZ serta identifikasi kontradiksi, diketahui bahwa kontradiksi utama yaitu kelengkapan informasi dengan keringkasan informasi, kemudahan penggunaan dengan kompleksitas sistem, serta kecepatan akses dengan keakuratan informasi. Kontradiksi ini menunjukkan bahwa peningkatan pada satu aspek akan berdampak pada penurunan aspek lainnya, sehingga diperlukan pendekatan sistematis untuk menyeimbangkannya. Kontradiksi yang telah diidentifikasi diterjemahkan ke dalam parameter teknis TRIZ, proses ini bertujuan untuk mengklasifikasikan permasalahan ke dalam kerangka yang lebih terstruktur sehingga dapat dianalisis menggunakan matriks kontradiksi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik sistem informasi, seperti kemudahan penggunaan (*convenience of use*), kompleksitas sistem (*device complexity*), kehilangan informasi (*loss of information*), serta kemudahan pemahaman. Setelah parameter ditentukan, langkah selanjutnya adalah menggunakan matriks kontradiksi untuk memperoleh prinsip-prinsip inovatif yang relevan. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh beberapa prinsip TRIZ yang sesuai, di antaranya *segmentation*, *taking out*, *prior action*, *another dimension*, *feedback*, dan *color change*. Prinsip-prinsip tersebut dipilih karena mampu menjawab permasalahan yang berkaitan dengan penyederhanaan informasi, peningkatan aksesibilitas, serta peningkatan daya tarik visual sistem. Tahap selanjutnya adalah menginterpretasikan prinsip-prinsip tersebut ke dalam bentuk solusi yang dapat diterapkan pada sistem. Prinsip *segmentation* diterapkan dengan membagi informasi menjadi beberapa bagian agar lebih mudah dipahami oleh pengguna. Prinsip *taking out*

digunakan untuk menyederhanakan informasi dengan menghilangkan bagian yang tidak terlalu penting. Prinsip *prior action* diterapkan dengan menyediakan akses informasi sebelum kondisi darurat terjadi, seperti melalui penempatan *barcode* di lokasi strategis. Prinsip *another dimension* diwujudkan dalam bentuk penyajian informasi melalui media video edukasi. Prinsip *feedback* diterapkan melalui penyediaan petunjuk visual yang membantu pengguna memahami arah evakuasi. Sementara itu, prinsip *color change* digunakan untuk meningkatkan visibilitas *barcode* dan penanda informasi agar lebih mudah ditemukan.

5.4.2 Ketepatan Penggunaan Metode TRIZ.

Metode TRIZ dipilih karena permasalahan dalam penelitian ini tidak hanya berkaitan dengan kebutuhan penyampaian informasi secara cepat, tetapi juga bagaimana informasi tersebut tetap lengkap dan mudah dipahami oleh pengunjung. Kondisi tersebut merupakan suatu kontradiksi, yaitu kebutuhan untuk menyajikan informasi secara ringkas agar dapat diakses dengan cepat, namun di sisi lain informasi mitigasi harus tetap memuat informasi penting mengenai jalur evakuasi, titik kumpul, prosedur penyelamatan, dan status Gunung Merapi. Melalui matriks kontradiksi TRIZ, kebutuhan tersebut dianalisis untuk memperoleh *inventive principles* yang kemudian diterjemahkan menjadi solusi desain, seperti penggunaan *barcode* sebagai media akses informasi, pembagian materi ke dalam beberapa bagian, serta penyajian informasi dalam bentuk video edukasi yang ringkas dan terstruktur. Dengan demikian, metode TRIZ dinilai tepat karena mampu menghasilkan solusi yang mengakomodasi kebutuhan informasi yang cepat diakses tanpa mengurangi kelengkapan informasi mitigasi bencana.

5.4.3 Analisis Atribut Informasi Mudah Dipahami.

Atribut informasi cepat dipahami merupakan salah satu kebutuhan utama pengguna dalam memperoleh informasi mitigasi bencana. Berdasarkan hasil analisis kontradiksi TRIZ, fungsi yang ingin diperbaiki adalah kemudahan pengguna dalam memahami informasi. Namun peningkatan kelengkapan informasi berpotensi menyebabkan informasi menjadi terlalu banyak sehingga sulit dipahami pengguna.

Hasil pemetaan kontradiksi menghasilkan *inventive principles* 4 (*asymmetry*) dan 10 (*preliminary action*). Setelah dilakukan analisis lebih lanjut, prinsip yang dipilih adalah

Principle 1 (segmentation). Prinsip ini menekankan pembagian suatu sistem menjadi bagian-bagian yang lebih kecil agar lebih mudah dipahami. Penerapan prinsip tersebut dilakukan dengan membagi video edukasi mitigasi bencana menjadi beberapa segmen informasi, yaitu pengenalan kawasan wisata, status Gunung Merapi, jalur evakuasi, titik kumpul, serta prosedur penyelamatan diri. Dengan pembagian materi tersebut, pengguna dapat memahami informasi secara bertahap tanpa merasa terbebani oleh banyaknya informasi yang disampaikan dalam satu waktu.

5.4.4 Analisis Atribut Informasi Cepat Diakses.

Prioritas kebutuhan pengguna selanjutnya yaitu kemudahan dalam mengakses informasi secara cepat. Pengguna menginginkan sistem yang tidak memerlukan proses yang rumit agar informasi dapat diperoleh dalam waktu singkat, terutama dalam kondisi darurat. Kontradiksi yang muncul pada atribut ini adalah semakin lengkap informasi yang disediakan, maka sistem cenderung menjadi lebih kompleks dan membutuhkan waktu lebih lama untuk diakses. Sebaliknya, jika sistem dibuat terlalu sederhana, maka informasi yang disediakan menjadi terbatas.

Strategi penyelesaian kontradiksi dilakukan dengan menentukan *inventive principles* dari *improving feature* berupa kecepatan akses dan *worsening feature* berupa kompleksitas sistem (*device complexity*). Prinsip yang diperoleh antara lain *prior action* (10) dan *another dimension* (17). Penerapan prinsip *prior action* dilakukan dengan menyediakan akses informasi sebelum kondisi darurat terjadi, yaitu melalui pemasangan *barcode* di titik-titik strategis. Sementara itu, prinsip *another dimension* diterapkan dengan mengubah bentuk penyampaian informasi dari teks menjadi video edukasi yang lebih cepat dipahami. Dengan demikian, pengguna dapat memperoleh informasi secara cepat tanpa harus melalui proses yang kompleks.

5.4.5 Analisis Atribut Informasi Menarik Secara Visual.

Kebutuhan lain yang memiliki nilai tinggi adalah tampilan informasi yang menarik secara visual. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan minat pengguna dalam mengakses dan memahami informasi mitigasi bencana. Kontradiksi yang muncul adalah penggunaan elemen visual yang berlebihan dapat meningkatkan kompleksitas sistem dan berpotensi mengganggu fokus pengguna terhadap informasi utama. Sebaliknya, jika tampilan terlalu

sederhana, maka informasi menjadi kurang menarik dan kurang efektif dalam menarik perhatian pengguna.

Hasil analisis kontradiksi menghasilkan *inventive principles* 16 (*partial or excessive action*) dan 29. Setelah dilakukan evaluasi, prinsip yang dipilih adalah *principle* 32 (*color change*). Prinsip ini digunakan dengan menyesuaikan warna dan tampilan visual agar lebih menarik serta mudah dikenali pengguna. Implementasi prinsip tersebut dilakukan melalui penambahan animasi, ilustrasi, ikon, serta penggunaan warna kontras pada jalur evakuasi dan titik kumpul. Dengan demikian, video edukasi menjadi lebih menarik tanpa mengurangi fokus utama penyampaian informasi mitigasi bencana.

5.4.6 Analisis Atribut Informasi Lengkap namun Ringkas.

Atribut ini merupakan salah satu kebutuhan utama yang memiliki tingkat kepentingan tinggi dan sekaligus menjadi sumber kontradiksi utama dalam penelitian. Pengguna menginginkan informasi yang lengkap agar dapat memahami kondisi secara menyeluruh, namun juga menginginkan informasi yang ringkas agar mudah dipahami dalam waktu singkat. Kontradiksi ini menunjukkan bahwa peningkatan kelengkapan informasi akan berdampak pada bertambahnya durasi dan kompleksitas informasi, sedangkan penyederhanaan informasi berpotensi mengurangi detail yang diperlukan.

Strategi penyelesaian dilakukan dengan menentukan *inventive principles* dari *improving feature* berupa kelengkapan informasi dan *worsening feature* berupa waktu pemahaman (*loss of time*) dan kompleksitas. Prinsip yang diperoleh antara lain *segmentation* (1) dan *another dimension* (17). Penerapan prinsip *segmentation* dilakukan dengan menyajikan informasi secara bertahap, dimulai dari informasi inti hingga informasi tambahan. Sementara itu, prinsip *another dimension* diterapkan melalui penggunaan media video yang mampu menyampaikan informasi secara lebih efektif dibandingkan teks. Dengan demikian, informasi tetap dapat disajikan secara lengkap tanpa mengurangi kemudahan dalam pemahaman, karena pengguna dapat mengakses informasi sesuai kebutuhan secara bertahap.

5.4.7 Analisis Validasi Sistem.

Validasi sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang telah sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil validasi menunjukkan bahwa sistem informasi

berbasis *barcode* mampu meningkatkan kemudahan akses informasi serta membantu pengguna memahami langkah-langkah mitigasi dengan lebih baik. Rancangan sistem informasi mitigasi bencana telah memenuhi kebutuhan pengguna yang diperoleh melalui *Voice of Customer* (VOC). *Barcode* dapat digunakan sebagai media akses menuju video edukasi mitigasi bencana, sedangkan video yang dirancang telah memuat informasi mengenai status Gunung Merapi, jalur evakuasi, titik kumpul, dan prosedur penyelamatan diri. Dengan demikian, hasil perancangan dinilai telah sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan pada penelitian ini:

1. Obyek Wisata Deles Indah berada di Kawasan lereng Gunung Merapi yang termasuk dalam wilayah rawan bencana erupsi. Kondisi ini menjadikan Kawasan tersebut memiliki tingkat risiko yang cukup tinggi terhadap bencana alam. Permasalahan utama yang ditemukan adalah belum optimalnya penyampaian informasi mitigasi bencana kepada pengunjung, baik dari segi aksesibilitas, kejelasan, maupun kelengkapan informasi yang tersedia di lokasi wisata.
2. Berdasarkan penerapan *Voice of Customer* (VOC), diperoleh bahwa kebutuhan utama pengguna terhadap sistem informasi mitigasi bencana adalah penyajian informasi yang mudah dipahami, cepat diakses, dan tidak terlalu panjang, namun tetap mampu memberikan informasi yang lengkap dan jelas. Oleh karena itu, pembuatan konten video terkait penjelasan mitigasi bencana menjadi solusi yang sesuai, karena mampu menyampaikan informasi secara visual, ringkas, dan lebih mudah dipahami oleh berbagai kalangan pengguna.
3. Penerapan metode TRIZ dilakukan untuk menyelesaikan kontradiksi kebutuhan pengguna yang saling bertentangan, seperti antara kelengkapan informasi dengan keringkasan informasi, serta kemudahan penggunaan dengan kompleksitas sistem. Hasil penerapan metode TRIZ menghasilkan beberapa prinsip inovatif, antara lain *preliminary action* (10), *segmentation* (1), *color change* (32), *intermediary* (24), *another dimension* (17), *parameter changes* (35), dan *dynamics* (15). Prinsip-prinsip tersebut menghasilkan solusi berupa penempatan barcode pada lokasi strategis, pembagian video edukasi ke dalam beberapa segmen informasi, penggunaan animasi dan warna kontras, penyajian informasi inti secara ringkas, penyediaan informasi lanjutan yang lebih rinci, penambahan simbol dan peta jalur evakuasi, serta penyajian informasi yang dapat dipahami oleh berbagai kelompok usia pengguna.

4. Konten informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* dirancang berdasarkan kebutuhan dan preferensi pengguna yang diperoleh melalui proses identifikasi kebutuhan pengguna. Dari hasil identifikasi tersebut pengguna membutuhkan informasi mudah diakses, mudah dipahami, serta mampu memberikan penjelasan mengenai langkah-langkah mitigasi bencana secara jelas. Oleh karena itu, sistem dirancang dengan menyajikan informasi dalam bentuk video edukasi, peta jalur evakuasi, titik kumpul, dan informasi kebencanaan lainnya yang dapat diakses melalui pemindaian *barcode* menggunakan *smartphone*. Dengan demikian, sistem yang dirancang diharapkan dapat memberikan kemudahan akses informasi mitigasi bencana bagi berbagai kelompok pengunjung dengan karakteristik usia dan tingkat pendidikan yang beragam.

6.2 Saran

Berikut merupakan saran dari penelitian ini:

1. Bagi pengelola Obyek Wisata Deles Indah, disarankan untuk mengimplementasikan sistem informasi mitigasi bencana berbasis *barcode* secara langsung di lokasi wisata. Penempatan *barcode* sebaiknya dilakukan pada titik-titik strategis yang mudah dijangkau oleh pengunjung, serta dilengkapi dengan penanda visual yang jelas agar mudah ditemukan.
2. Pengembangan sistem selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan fitur interaktif, seperti integrasi dengan peta digital atau sistem navigasi evakuasi secara *real-time*, sehingga dapat meningkatkan efektivitas informasi dalam kondisi darurat.
3. Konten informasi mitigasi bencana, khususnya dalam bentuk video edukasi, perlu dikembangkan secara berkala agar tetap relevan dengan kondisi terbaru serta disesuaikan dengan karakteristik pengguna. Selain itu, penggunaan bahasa yang sederhana dan visual yang komunikatif perlu terus dipertahankan.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba langsung (*field testing*) terhadap sistem yang dirancang guna mengetahui tingkat efektivitas, kemudahan penggunaan, serta respon pengguna secara lebih mendalam dalam kondisi nyata.

5. Pengambilan data pada penelitian ini masih terbatas pada jumlah responden tertentu, sehingga penelitian selanjutnya diharapkan dapat melibatkan jumlah responden yang lebih luas dan beragam agar hasil yang diperoleh semakin representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Luhur Wicaksono, C., Lawi, A., & Mardiansyah, Y. (2025a). Analisis Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Pengembangan Sistem Electro Pneumatic Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Pada Mesin Semi Otomatis Tester Coding Battery. *Teknosia*, 19(1), 13–24. <https://doi.org/10.33369/teknosia.v19i1.41182>
- Aditya Luhur Wicaksono, C., Lawi, A., & Mardiansyah, Y. (2025b). Analisis Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Pengembangan Sistem Electro Pneumatic Berbasis Programmable Logic Controller (Plc) Pada Mesin Semi Otomatis Tester Coding Battery. *Teknosia*, 19(1), 13–24. <https://doi.org/10.33369/teknosia.v19i1.41182>
- Altshuller, G. S. (1999a). *The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*. Technical Innovation center.
- Altshuller, G. S. (1999b). *The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity*. Technical Innovation center.
- Andarsyah, R., & Rukmana, M. I. (2018a). Penerapan Sistem Informasi Geospasial Mitigasi Bencana Menggunakan Leaflet Di BPBD Pemerintah Kabupaten Bandung Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 33–37. <https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/view/440%0Ahttps://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/download/440/282>
- Andarsyah, R., & Rukmana, M. I. (2018b). Penerapan Sistem Informasi Geospasial Mitigasi Bencana Menggunakan Leaflet Di BPBD Pemerintah Kabupaten Bandung Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 33–37.
- Anggraini, P., Boy, W., & Sularno, S. (2024a). Sistem Mitigasi Dan Adaptasi Bencana Dalam Menghadapi Potensi Acaman Mentawai Megathrust Sebagai Inovasi Teknologi Edukasi Kebencanaan. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 125–134. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i1.1047>
- Anggraini, P., Boy, W., & Sularno, S. (2024b). Sistem Mitigasi Dan Adaptasi Bencana Dalam Menghadapi Potensi Acaman Mentawai Megathrust Sebagai Inovasi Teknologi Edukasi Kebencanaan. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, 6(1), 125–134. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v6i1.1047>
- Aprianti, R., & Astuti, S. (2019). Implementasi Sistem Informasi Aplikasi Nota Dinas Elektronik dalam Pengelolaan Surat di JLI Jakarta. *Jurnal Utilitas*, (October).
- Budhiana, J., Dewi, R., Huda, A., & Hasibuan, S. H. (2025). *Efektivitas Edukasi dan Simulasi Bencana terhadap Persepsi serta Kesiapsiagaan Remaja Media Karya Kesehatan : Volume 8 Issue 1 May 2025 Pendahuluan Sebagai negara yang diklasifikasikan sebagai rawan bencana , Indonesia telah mengalami berbagai macam benca*. 8(1), 121–135.
- Caligiana, G., Liverani, A., Francia, D., Frizziero, L., & Donnici, G. (2017a). Integrating QFD and TRIZ for innovative design. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, 11(2), 1–15. <https://doi.org/10.1299/jamdsm.2017jamdsm0015>

- Caligiana, G., Liverani, A., Francia, D., Frizziero, L., & Donnici, G. (2017b). Integrating QFD and TRIZ for innovative design. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, 11(2), 1–15. <https://doi.org/10.1299/jamdsm.2017jamdsm0015>
- Cano-Moreno, J. D., Arenas Reina, J. M., Sánchez Martínez, F. V., & Cabanellas Becerra, J. M. (2022). Using TRIZ10 for enhancing creativity in engineering design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2749–2774. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09704-3>
- Donnici, G., Frizziero, L., Francia, D., Liverani, A., & Caligiana, G. (2021a). Innovation design driven by QFD and TRIZ to develop new urban transportation means. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 19(3), 300–316. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1615259>
- Donnici, G., Frizziero, L., Francia, D., Liverani, A., & Caligiana, G. (2021b). Innovation design driven by QFD and TRIZ to develop new urban transportation means. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 19(3), 300–316. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1615259>
- Febrianto, A. J., Aji, D. B., & Zulfiar, M. H. (2024a). Development of a Portable Disaster Evacuation Simulation Tool for Elementary Schools Using Quality Function Deployment (QFD). *Industrial Engineering Journal of the University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 8(1), 1–10. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/IEJST>
- Febrianto, A. J., Aji, D. B., & Zulfiar, M. H. (2024b). Development of a Portable Disaster Evacuation Simulation Tool for Elementary Schools Using Quality Function Deployment (QFD). *Industrial Engineering Journal of the University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 8(1), 1–10.
- In, J. (2017). Introduction of a pilot study. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(6), 601–605. <https://doi.org/10.4097/kjae.2017.70.6.601>
- Kuo, T. W., & Lin, C. Y. (2025a). Smart Building Technologies for Fire Rescue: A QR Code-Enabled Notification System. *Fire*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/fire8030114>
- Kuo, T. W., & Lin, C. Y. (2025b). Smart Building Technologies for Fire Rescue: A QR Code-Enabled Notification System. *Fire*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/fire8030114>
- Kurniawati, D. (2020). JURNAL SIMBOLIKA Research and Learning in Communication Study Komunikasi Mitigasi Bencana sebagai Kewaspadaan Masyarakat Menghadapi Bencana Communication on Disaster Mitigation as Community Precautions in Disaster Management Kabupaten Labuhan Batu dan Deli. *Jurnal Simbolika*, 6(1), 51–58.
- Li, F., Chen, C. H., Lee, C. H., & Khoo, L. P. (2020a). A User Requirement-driven Approach Incorporating TRIZ and QFD for Designing a Smart Vessel Alarm System to Reduce Alarm Fatigue. *Journal of Navigation*, 73(1), 212–232. <https://doi.org/10.1017/S0373463319000547>
- Li, F., Chen, C. H., Lee, C. H., & Khoo, L. P. (2020b). A User Requirement-driven Approach Incorporating TRIZ and QFD for Designing a Smart Vessel Alarm System to Reduce Alarm Fatigue. *Journal of Navigation*, 73(1), 212–232. <https://doi.org/10.1017/S0373463319000547>

- Li, P., Yang, J., Jiménez-Carvelo, A. M., & Erasmus, S. W. (2024). Applications of food packaging quick response codes in information transmission toward food supply chain integrity. *Trends in Food Science and Technology*, 146(November 2023). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104384>
- Mardhiana, H., Rachmawati, D., Winati, F. D., & Yamani, A. Z. (2022a). Implementation of Quality Function Deployment (QFD) for Decision Making in Improving Integrated Academic Information System. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 6(1), 92–107. <https://doi.org/10.29407/intensif.v6i1.16790>
- Mardhiana, H., Rachmawati, D., Winati, F. D., & Yamani, A. Z. (2022b). Implementation of Quality Function Deployment (QFD) for Decision Making in Improving Integrated Academic Information System. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, 6(1), 92–107. <https://doi.org/10.29407/intensif.v6i1.16790>
- Nugraha, R. C., & Haryono, K. (2022a). Metode TRIZ Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Inovasi pada Bidang Bisnis dan Manajemen Melalui Aplikasi Berbasis Mobile. *Prosiding Automata*, 3(2). <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/24190>
- Nugraha, R. C., & Haryono, K. (2022b). Metode TRIZ Untuk Meningkatkan Kreativitas Dan Inovasi pada Bidang Bisnis dan Manajemen Melalui Aplikasi Berbasis Mobile. *Prosiding Automata*, 3(2).
- Nurul, H. E. (2025). *POTENSI OBYEK WISATA DAN PENGEMBANGAN KEPARIWISATAAN DELES INDAH DI KABUPATEN KLATEN*.
- Olanipekun, O. A., Montalvo, C. J., Lippert, K. J., & Wade, J. T. (2024). Application of Mind Map and TRIZ to an Advanced Air Mobility System for Post-Disaster Response. *Systems*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/systems12110508>
- Pedarpou, A., Haghighi-Rad, F., & Abtahi, A. R. (2022a). A QFD-TRIZ Hybrid Method for a Hygiene Product. *International Journal of Systematic Innovation*, 7(1), 18–34. [https://doi.org/10.6977/IJoSI.202203_7\(1\).0002](https://doi.org/10.6977/IJoSI.202203_7(1).0002)
- Pedarpou, A., Haghighi-Rad, F., & Abtahi, A. R. (2022b). A QFD-TRIZ Hybrid Method for a Hygiene Product. *International Journal of Systematic Innovation*, 7(1), 18–34. [https://doi.org/10.6977/IJoSI.202203_7\(1\).0002](https://doi.org/10.6977/IJoSI.202203_7(1).0002)
- Purwandari, A. T., Sumantri, D., Parwati, N., & Pratama, A. J. (2022a). Perancangan Filament Extruder pada Mesin Pengolah Sampah Plastik Terintegrasi “Creatics” Menggunakan Metode TRIZ dan AHP. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(2), 127. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i2.1041>
- Purwandari, A. T., Sumantri, D., Parwati, N., & Pratama, A. J. (2022b). Perancangan Filament Extruder pada Mesin Pengolah Sampah Plastik Terintegrasi “Creatics” Menggunakan Metode TRIZ dan AHP. *JURNAL Al-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 7(2), 127. <https://doi.org/10.36722/sst.v7i2.1041>
- Szczepanik, K., & Chudziak, J. A. (2025a). TRIZ Agents: A Multi-Agent LLM Approach for TRIZ-Based Innovation. *International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, 1(Icaart), 196–207. <https://doi.org/10.5220/0013321900003890>

- Szczepanik, K., & Chudziak, J. A. (2025b). TRIZ Agents: A Multi-Agent LLM Approach for TRIZ-Based Innovation. *International Conference on Agents and Artificial Intelligence, 1(Icaart)*, 196–207. <https://doi.org/10.5220/0013321900003890>
- Wahyuningtyas, N., Ruja, I. N., Yahya, M. H., Wijaya, D. N., & Ibrahim, M. H. (2021). Developing of a Learning Media for Smartphones for Disaster Mitigation Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(7), 160–174. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i07.21195>

LAMPIRAN







