

LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik



INTEGRASI MANAJEMEN RISIKO DALAM PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR PERDESAAN BERBASIS PARTISIPASI
MASYARAKAT

Tim Peneliti:

Dr. Nova Nevila Rodhi, S.T., M.T
Ayu Kurnia Ratna Sari, S.T. M.M

Nomor Kontrak:

054/LPPM-LIT/UB/XI/2025

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2025/2026

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2026

HALAMAN PENGESAHAN

PROPOSAL PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. **Judul Penelitian** : **Integrasi Manajemen Risiko dalam Pembangunan Infrastruktur Perdesaan Berbasis Partisipasi Masyarakat**

2. **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Dr. Nova Nevila Rodhi, S.T., M.T
 - b. NIDN : 0725038705
 - c. Program Studi : Teknik Sipil
 - d. E-mail : nova.nevila@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Sipil

3. **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama (Dosen/ Mahasiswa) : Ayu Kurnia Ratna Sari, ST. MM
 - b. NIDN/NIM : 0724098001
 - c. Program Studi : Teknik Sipil
 - d. E-mail : fanara.ayu@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Sipil

Anggota Mahasiswa

 - a. Nama (Mahasiswa) : Beverly Andini Pramesti
 - b. NIDN/NIM : 22222011003
 - c. Program Studi : Teknik Sipil
 - a. Nama (Mahasiswa) : Very Ardiansyah
 - b. NIDN/NIM : 22222011217
 - c. Program Studi : Teknik Sipil

4. Jangka Waktu Penelitian : 6 Bulan

6. Lokasi Penelitian : Kabupaten Bojonegoro

7. Dana Diusulkan : Rp. 3.500.000

Bojonegoro, 25 Februari 2026

Mengetahui,
Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

Pengusul,

Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN. 07 2108 8601

Dr. Nova Nevila Rodhi, S.T., M.T
NIDN. 0725038705

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia beserta rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul Integrasi Manajemen Risiko dalam Pembangunan Infrastruktur Perdesaan Berbasis Partisipasi Masyarakat.

Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu upaya dalam mengimplementasikan kegiatan tri dharma perguruan tinggi dalam bidang penelitian dengan pendanaan dari Universitas Bojonegoro semester ganjil tahun akademik 2025/2026.

Penyusun menyadari adanya keterbatasan di dalam penyusunan laporan penelitian ini. Besar harapan penyusun akan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhirnya Penyusun berharap agar laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan bagi pembaca sekalian.

Bojonegoro, 25 Februari 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
RINGKASAN.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Landasan Teori.....	5
2.2. Penelitian Terdahulu.....	34
2.3. Kerangka Konsep Penelitian.....	36
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	38
3.2. Lokasi Studi Kasus.....	39
3.3. Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	39
3.4. Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.5. Analisis Data.....	40
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Gambaran Umum Lokasi Studi Kasus.....	43
4.2. Analisis Risiko.....	45
4.3. Analisis Tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Pelaksanaan Proyek Air Bersih Perdesaan	61
4.4. Model Integrasi Manajemen Risiko dan Partisipasi Masyarakat dalam Pembangunan Infrastruktur Air Bersih Perdesaan Berbasis Keberlanjutan.....	65

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	70
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Skala likert penilaian risiko.....	20
Tabel 2.2. Penelitian terdahulu.....	34
Tabel 3.1. Skala Probability	40
Tabel 3.2. Skala Impact	40
Tabel 3.3. Kategori Tingkat Risiko	40
Tabel 4.1. Perhitungan Penilaian <i>Risk Event</i>	47
Tabel 4.2. Hasil Identifikasi <i>Risk Agent</i>	50
Tabel 4.3. Matriks Hubungan <i>Risk Event</i> dan <i>Risk Agent</i>	53
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan <i>ARP Risk Agent</i>	56
Tabel 4.5. Daftar <i>Preventive Action</i>	58
Tabel 4.6. Hubungan <i>Preventive Action (PA)</i> – <i>Risk Agent (Aj)</i>	60
Tabel 4.7. Tingkat Partisipasi Masyarakat pada Setiap Tahapan Proyek Air Bersih	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Threshold of project risk levels</i>	20
Gambar 2.2. Kerangka konsep penelitian.....	36
Gambar 3.1. Rencana Tahapan Penelitian.....	38
Gambar 4.1. Bangunan Tower Tandon Air Bersih di Desa Bareng, Jelu dan Tengger Kecamatan Ngasem	45
Gambar 4.2. Alur Implementasi Model Integrasi Secara Operasional	69

RINGKASAN

Pembangunan infrastruktur air bersih di wilayah perdesaan Bojonegoro berperan penting dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) tujuan ke-6, yaitu “air bersih dan sanitasi layak”. Namun, pelaksanaan program seperti PAMSIMAS, pemanfaatan Dana Desa, dan kemitraan dengan pihak swasta masih menghadapi berbagai risiko, baik teknis maupun sosial, seperti ketidaktepatan desain, keterlambatan proyek, dan rendahnya partisipasi masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi bentuk dan tingkat risiko dalam pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan di Kabupaten Bojonegoro; (2) menganalisis tingkat partisipasi masyarakat dalam setiap tahapan pembangunan; serta (3) merumuskan model integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat dalam pembangunan berbasis keberlanjutan.

Pendekatan penelitian menggunakan metode deskriptif-analitis dengan metode *analisis House of Risk (HOR)*. Secara keseluruhan, integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat terbukti menjadi pendekatan strategis untuk memastikan infrastruktur air bersih berfungsi dengan baik, memperkuat rasa memiliki masyarakat, dan memberikan panduan praktis bagi pemerintah, pelaksana proyek, serta komunitas desa.

Kata Kunci: Manajemen risiko, partisipasi masyarakat, infrastruktur air bersih, *HOR*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur air bersih di wilayah pedesaan merupakan salah satu prioritas utama dalam peningkatan kualitas hidup masyarakat dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya tujuan ke-6 yaitu “air bersih dan sanitasi layak”. Di Kabupaten Bojonegoro, kebutuhan akan infrastruktur air bersih menjadi isu strategis karena sebagian besar wilayah pedesaan masih bergantung pada sumber air tanah dangkal dan sumur tradisional yang tidak selalu memenuhi standar kualitas (Rodhi dan Sholahuddin, 2024).

Pemerintah Kabupaten Bojonegoro telah melakukan berbagai program pembangunan infrastruktur air bersih berbasis masyarakat melalui dukungan Dana Desa, program PAMSIMAS, dan kemitraan perusahaan seperti Exxon Mobil Cepu Limited (EMCL). Program tersebut bertujuan meningkatkan akses masyarakat terhadap air bersih yang layak dan berkelanjutan. Namun, pelaksanaannya sering menghadapi berbagai risiko, baik teknis maupun sosial, seperti ketidaktepatan desain jaringan, keterlambatan proyek, dan rendahnya tingkat partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan fasilitas (Rodhi, 2023; Swasanti et al., 2024).

Menurut Rodhi (2024), efektivitas proyek air bersih di Bojonegoro sangat dipengaruhi oleh kemampuan manajemen proyek dalam mengidentifikasi dan mengendalikan risiko sejak tahap perencanaan. Pada saat manajemen risiko diintegrasikan dengan pendekatan partisipatif masyarakat, potensi kegagalan proyek dapat diminimalkan karena masyarakat memiliki peran aktif dalam memberikan informasi risiko lokal, seperti perubahan kondisi geologi, sumber air, dan tingkat konsumsi rumah tangga (Harita et al., 2025).

Manajemen risiko yang mengacu pada SNI ISO 31000:2018 memberikan kerangka sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko proyek. Di sisi lain, partisipasi masyarakat dalam setiap tahapan proyek menjamin keberlanjutan dan efektivitas pemanfaatan sarana air bersih (Ferdiati et al., 2024). Hasil studi kasus yang dilakukan oleh Rodhi (2024) menunjukkan bahwa tingkat kepuasan masyarakat terhadap program air bersih meningkat secara signifikan ketika proses pembangunan dilakukan secara partisipatif dan transparan.

Konteks pembangunan perdesaan menempatkan infrastruktur air bersih tidak hanya sebagai sarana fisik pemenuhan kebutuhan dasar, tetapi juga sebagai instrumen strategis dalam mendorong peningkatan kesejahteraan dan ketahanan sosial masyarakat. Ketersediaan air bersih yang andal berpengaruh langsung terhadap kesehatan masyarakat, produktivitas ekonomi rumah tangga, serta kualitas lingkungan permukiman. Oleh karena itu, kegagalan dalam pengelolaan risiko proyek air bersih dapat menimbulkan dampak berantai yang luas, mulai dari menurunnya kepercayaan masyarakat terhadap program pemerintah hingga munculnya beban sosial dan ekonomi baru di tingkat desa.

Lebih lanjut, kompleksitas permasalahan air bersih di wilayah perdesaan menuntut pendekatan pembangunan yang tidak bersifat sektoral dan top-down. Pengalaman di lapangan menunjukkan bahwa pendekatan yang hanya menekankan penyelesaian konstruksi fisik cenderung mengabaikan aspek pasca pembangunan, seperti pemeliharaan, pengelolaan, dan adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan maupun sosial. Dengan demikian, integrasi antara manajemen risiko dan partisipasi masyarakat menjadi kebutuhan mendasar untuk memastikan bahwa sistem air bersih tidak hanya berfungsi pada awal operasional, tetapi mampu bertahan dan berkembang sesuai dengan kebutuhan masyarakat dalam jangka panjang.

Selain itu, keberadaan infrastruktur air bersih yang dikelola secara berkelanjutan juga berperan dalam memperkuat kapasitas kelembagaan desa. Proses pengelolaan sarana air bersih mendorong terbentuknya pola kerja kolektif, pembagian peran yang jelas, serta mekanisme pengambilan keputusan yang lebih terstruktur di tingkat lokal. Ketika masyarakat dilibatkan secara aktif dalam pengelolaan risiko dan pemeliharaan sistem, desa tidak hanya memperoleh manfaat layanan air bersih, tetapi juga mengalami peningkatan kemampuan dalam mengelola aset bersama. Kondisi ini menjadi modal sosial penting bagi desa untuk menghadapi tantangan pembangunan lainnya secara lebih mandiri dan adaptif.

Berdasarkan deskripsi di atas, integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat merupakan pendekatan strategis untuk memastikan keberhasilan dan keberlanjutan infrastruktur air bersih di perdesaan Bojonegoro. Oleh karena itu, studi kasus ini akan mengkaji bagaimana integrasi kedua aspek tersebut dapat diterapkan secara efektif untuk mengurangi potensi risiko proyek sekaligus memperkuat pemberdayaan masyarakat desa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk risiko yang dihadapi dalam pembangunan infrastruktur air bersih di wilayah perdesaan Kabupaten Bojonegoro?
2. Bagaimana tingkat partisipasi masyarakat dalam setiap tahapan pembangunan infrastruktur air bersih?
3. Bagaimana integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat dapat meningkatkan keberhasilan pembangunan infrastruktur air bersih di Kabupaten Bojonegoro?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengidentifikasi jenis dan tingkat risiko dalam pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan di Kabupaten Bojonegoro.
2. Menganalisis tingkat partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan proyek air bersih perdesaan.
3. Merumuskan model integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat dalam pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan berbasis keberlanjutan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis: Memberikan kontribusi pada pengembangan konsep manajemen risiko terintegrasi dengan partisipasi masyarakat dalam konteks pembangunan infrastruktur perdesaan.
2. Manfaat Praktis: Menjadi acuan bagi pemerintah daerah, khususnya Kabupaten Bojonegoro, dalam merancang kebijakan dan program pembangunan air bersih yang berkelanjutan. Selain itu juga bisa untuk memberikan rekomendasi kepada pelaksana proyek dan masyarakat desa mengenai strategi mitigasi risiko dan peningkatan partisipasi dalam pengelolaan infrastruktur air bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

1. Infrastruktur Air Bersih Perdesaan

Infrastruktur air bersih perdesaan secara konseptual dipahami sebagai sistem sosial-teknis yang mengintegrasikan unsur fisik, kelembagaan, dan perilaku masyarakat dalam penyediaan serta pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan (Hidayat, 2021). Menurut pandangan sistemik, infrastruktur air bersih tidak hanya sekadar jaringan pipa, sumur, atau tangki penyimpanan, melainkan sebuah sistem kompleks yang mencakup dimensi teknis, sosial, ekonomi, dan lingkungan (UN-Water, 2020). Teori sistem sosial-teknis menjelaskan bahwa keberlanjutan suatu infrastruktur air bergantung pada interaksi antara subsistem teknis (teknologi dan peralatan) dan subsistem sosial (pengguna, institusi, dan norma lokal) yang saling memengaruhi dalam siklus hidup infrastruktur (Geels, 2018).

Integrated Water Resource Management (IWRM) dalam perspektif pembangunan berkelanjutan menjadi salah satu kerangka yang banyak digunakan untuk memahami tata kelola air bersih di tingkat lokal. *IWRM* menekankan pengelolaan sumber daya air secara terpadu dengan mempertimbangkan dimensi sosial, ekonomi, dan ekologi, serta melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan. Pendekatan ini dianggap efektif untuk mengurangi fragmentasi kebijakan serta meningkatkan efisiensi pengelolaan air di tingkat komunitas. Dalam konteks perdesaan, implementasi *IWRM* dapat diterjemahkan dalam bentuk tata kelola kolaboratif antara pemerintah, lembaga masyarakat, dan pengguna air lokal untuk mencapai keseimbangan antara

kebutuhan manusia dan keberlanjutan lingkungan (Rahmawati dan Santosa, 2022).

Selain teori IWRM, model *Community-Based Water Management (CBWM)* juga menjadi paradigma penting dalam pembangunan air bersih perdesaan. CBWM menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam pengelolaan air dengan memberikan otonomi dalam perencanaan, pengambilan keputusan, serta pemeliharaan infrastruktur. Pendekatan ini berakar pada teori partisipatif yang dikembangkan Arnstein (2019), di mana tingkat partisipasi menentukan sejauh mana masyarakat memiliki kontrol terhadap proses pembangunan. Model ini terbukti mampu meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) dan memperpanjang umur teknis infrastruktur, terutama di daerah dengan kapasitas fiskal terbatas (Rodhi, 2024).

Teori Public Goods and Collective Action dalam konteks ekonomi kelembagaan juga relevan untuk menjelaskan dinamika pengelolaan infrastruktur air bersih di perdesaan. Air bersih termasuk kategori *common pool resources* yang memerlukan mekanisme pengaturan bersama untuk mencegah eksploitasi berlebihan. Rodhi (2024) menegaskan bahwa keberhasilan sistem air bersih desa sangat bergantung pada keberadaan norma sosial, sanksi, dan mekanisme koordinasi lokal yang mampu mengatur distribusi manfaat secara adil dan berkelanjutan. Pengelolaan yang bersifat *top-down* tanpa memperhatikan aspek sosial sering kali berujung pada kegagalan proyek karena rendahnya kepemilikan sosial masyarakat terhadap infrastruktur yang dibangun.

Risiko dalam proyek infrastruktur menjelaskan bahwa ketidakpastian dalam pengelolaan air bersih perdesaan muncul dari kombinasi faktor teknis, kelembagaan, dan sosial. Risiko tersebut dapat diminimalkan melalui pendekatan adaptif yang mempertimbangkan masukan dari masyarakat pengguna. Integrasi

teori manajemen risiko dengan teori partisipasi masyarakat memberikan dasar ilmiah untuk memahami hubungan sinergis antara kontrol teknis dan kapasitas sosial dalam menjaga keberlanjutan infrastruktur. Dalam konteks Kabupaten Bojonegoro, di mana ketersediaan air sangat dipengaruhi oleh kondisi geologis dan sosial ekonomi masyarakat, pendekatan teoritis ini menjadi penting untuk memastikan bahwa pembangunan infrastruktur air bersih tidak hanya layak secara teknis tetapi juga berkelanjutan secara sosial (Rodhi, 2023).

Pendekatan sistem sosial-teknis juga menekankan pentingnya kesesuaian antara desain teknis infrastruktur dan kapasitas sosial masyarakat pengelola. Infrastruktur air bersih yang dirancang tanpa mempertimbangkan kemampuan operasional dan pemeliharaan di tingkat lokal berpotensi mengalami penurunan fungsi dalam waktu relatif singkat. Interaksi yang tidak seimbang antara subsistem teknis dan subsistem sosial dapat memunculkan berbagai permasalahan, seperti kerusakan fasilitas yang tidak tertangani atau rendahnya kepatuhan pengguna terhadap aturan pemanfaatan air. Oleh karena itu, keberlanjutan infrastruktur air bersih sangat ditentukan oleh harmonisasi antara teknologi yang digunakan dan struktur sosial masyarakat yang mengelolanya (Hidayat, 2021; Geels, 2018).

Kerangka *Integrated Water Resource Management* memberikan landasan konseptual untuk mengelola kompleksitas tersebut melalui pendekatan lintas sektor dan lintas aktor. Pengelolaan air tidak hanya dipandang sebagai urusan teknis penyediaan, tetapi juga sebagai proses sosial yang memerlukan koordinasi antar kepentingan. Melalui pendekatan ini, keputusan terkait pemanfaatan dan perlindungan sumber air dapat dilakukan secara lebih seimbang dan inklusif. Penerapan prinsip-prinsip IWRM di tingkat lokal mendorong terciptanya tata kelola air yang adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan serta kebutuhan masyarakat, sehingga potensi konflik dan

inefisiensi pengelolaan dapat diminimalkan (UN-Water, 2020; Rahmawati dan Santosa, 2022).

Model *Community-Based Water Management* memperkuat pendekatan tersebut dengan menempatkan masyarakat sebagai subjek utama pembangunan, bukan sekadar penerima manfaat. Keterlibatan masyarakat sejak tahap perencanaan hingga pemeliharaan memungkinkan munculnya pengetahuan lokal sebagai bagian dari sistem pengelolaan air. Pengetahuan ini mencakup pemahaman terhadap kondisi sumber air, pola penggunaan, serta risiko-risiko lokal yang tidak selalu teridentifikasi melalui pendekatan teknis semata. Tingginya tingkat partisipasi masyarakat berkontribusi pada penguatan rasa memiliki dan tanggung jawab kolektif terhadap keberlanjutan infrastruktur air bersih (Arnstein, 2019; Rodhi, 2024).

Perspektif ekonomi kelembagaan dan teori aksi kolektif memberikan penjelasan tambahan mengenai pentingnya aturan dan norma sosial dalam pengelolaan air bersih perdesaan. Sebagai sumber daya bersama, air memerlukan mekanisme pengaturan yang mampu mencegah konflik kepentingan dan eksploitasi berlebihan. Keberadaan norma sosial, sanksi, dan kesepakatan lokal menjadi instrumen penting untuk menjaga keseimbangan antara kepentingan individu dan kepentingan bersama. Integrasi pengelolaan risiko dengan penguatan institusi lokal memungkinkan sistem air bersih desa beroperasi secara lebih stabil dan berkelanjutan, khususnya pada wilayah dengan karakteristik geologis dan sosial ekonomi yang kompleks seperti Kabupaten Bojonegoro (Rodhi, 2023; Rodhi, 2024).

2. Risiko

Risiko merupakan suatu kemungkinan (*possibility*) terjadinya sesuatu yang tidak terduga sebelumnya, bersifat merugikan dan dapat mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan yang

berkaitan dengan waktu, biaya dan kualitas. Resiko dapat terjadi pada semua proyek konstruksi, resiko tidak bisa diabaikan namun resiko dapat dikurangi, dipindahkan pada pihak lainnya dan dapat dikontrol, namun resiko tidak dapat diabaikan begitu saja. Maka adalah penting untuk memahami resiko dan sistematis cara menganalisa, mitigasi dan mengontrolnya secara sistematis agar tujuan proyek dalam lingkup biaya, waktu dan kualitas dapat tercapai.

Risiko dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok (Zhang et al, 2020), yaitu:

1. Risiko eksternal yaitu: risiko terkait politik, ekonomi, sosial, dan cuaca.
2. Risiko proyek (kriteria proses konstruksi) yaitu: risiko terkait waktu, biaya, Kualitas kerja, konstruksi, dan teknologi.
3. Risiko internal antara lain: risiko terkait sumber daya, anggota proyek, lokasi konstruksi, dokumen, dan informasi.

Ketiga kategori di atas dibagi menjadi 2 (dua) kategori, yaitu:

- a. Risiko teknis; berkaitan dengan penilaian kemungkinan bahwa sistem yang diwujudkan dalam desain ketika dibangun memenuhi persyaratan kinerja, dan jika terjadi kekurangan kinerja, seberapa serius kekurangannya. Risiko teknis yang dijelaskan dalam hal ini meliputi risiko, metode konstruksi, desain konstruksi bangunan, ketersediaan material, kualitas kerja, dan lain-lain.
- b. Risiko non-teknis; adalah risiko yang dapat mempengaruhi proyek tertentu secara langsung, penyebabnya adalah kejadian yang tidak direncanakan dan tidak diharapkan yang mengakibatkan penyimpangan yang tidak diinginkan dari lokasi pelaksanaan proyek yang dilakukan oleh pemangku kepentingan eksternal (non-kontraktor). Adanya hubungan yang jelas antara risiko dan pemangku kepentingan eksternal membedakan risiko non-teknis dari risiko teknis dalam konteks proyek. Dengan kata lain, risiko non-teknis biasanya berasal

dari pemangku kepentingan/lingkungan eksternal. Dalam hal ini, risiko non-teknis terkait dengan risiko keuangan, pembebasan lahan, risiko dari pemangku kepentingan atau pemerintah, risiko politik, hukum, kemitraan, sosial ekonomi, risiko cuaca, dan lain-lain.

Risiko dalam proyek konstruksi pada dasarnya bersifat melekat dan tidak dapat dipisahkan dari seluruh tahapan siklus proyek, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga tahap serah terima dan operasional. Setiap keputusan yang diambil dalam proyek mengandung tingkat ketidakpastian yang dapat berdampak pada pencapaian sasaran biaya, waktu, dan kualitas. Oleh karena itu, pemahaman terhadap karakteristik risiko menjadi langkah awal yang krusial agar potensi kerugian dapat diantisipasi secara lebih terukur dan terencana.

Risiko eksternal merupakan kelompok risiko yang berada di luar kendali langsung pelaksana proyek, namun memiliki pengaruh signifikan terhadap keberhasilan proyek. Perubahan kondisi ekonomi, kebijakan pemerintah, stabilitas sosial, serta faktor cuaca dapat memicu gangguan terhadap jadwal pelaksanaan maupun ketersediaan sumber daya. Risiko eksternal sering kali sulit diprediksi secara akurat, sehingga diperlukan strategi mitigasi yang bersifat fleksibel dan adaptif agar dampaknya terhadap proyek dapat diminimalkan.

Risiko proyek yang berkaitan dengan proses konstruksi mencerminkan tantangan operasional yang muncul selama pelaksanaan pekerjaan. Risiko ini mencakup keterlambatan penyelesaian, pembengkakan biaya, penurunan kualitas hasil pekerjaan, serta ketidaksesuaian metode konstruksi dengan kondisi lapangan. Apabila tidak dikelola dengan baik, risiko proyek dapat memicu efek berantai yang mengganggu kinerja keseluruhan proyek dan menurunkan tingkat kepercayaan pemangku kepentingan terhadap hasil Pembangunan.

Risiko internal berhubungan langsung dengan kapasitas dan kesiapan organisasi proyek dalam mengelola sumber daya yang dimiliki. Faktor-faktor seperti kompetensi tenaga kerja, ketersediaan material, kejelasan dokumen kontrak, serta sistem komunikasi dan informasi memegang peranan penting dalam menentukan tingkat risiko internal. Ketidakseimbangan dalam pengelolaan aspek-aspek tersebut dapat menyebabkan kesalahan pengambilan keputusan dan meningkatkan potensi terjadinya kegagalan proyek.

Risiko teknis merupakan bagian dari risiko proyek yang berkaitan erat dengan aspek rekayasa dan pelaksanaan konstruksi. Risiko ini mencerminkan kemungkinan bahwa sistem yang dirancang tidak mampu mencapai kinerja yang diharapkan setelah dibangun. Ketidaktepatan desain, kesalahan metode konstruksi, serta rendahnya kualitas pekerjaan dapat mengakibatkan penurunan fungsi infrastruktur dan meningkatnya biaya perbaikan. Oleh karena itu, pengendalian risiko teknis memerlukan perencanaan yang matang, pengawasan yang ketat, serta penerapan standar mutu yang konsisten.

Risiko non-teknis muncul sebagai akibat dari faktor eksternal yang berada di luar kendali langsung kontraktor atau pelaksana proyek. Risiko ini sering kali berkaitan dengan persoalan pembebasan lahan, perubahan kebijakan, konflik sosial, serta dinamika hubungan dengan pemangku kepentingan eksternal. Ketidaksiapan dalam mengelola risiko non-teknis dapat menyebabkan gangguan serius terhadap kelangsungan proyek, bahkan berujung pada penghentian sementara atau permanen kegiatan konstruksi.

Pendekatan manajemen risiko yang sistematis menuntut integrasi antara identifikasi, analisis, mitigasi, dan pengendalian risiko secara berkelanjutan. Risiko tidak dapat dihilangkan sepenuhnya, namun dapat dikurangi tingkat dampak dan kemungkinan terjadinya melalui strategi pengelolaan yang tepat. Dengan memahami klasifikasi risiko serta karakteristiknya, pelaksana proyek memiliki dasar yang

lebih kuat untuk mengambil keputusan yang rasional dan proaktif guna memastikan pencapaian tujuan proyek sesuai dengan batasan biaya, waktu, dan kualitas yang telah ditetapkan (Zhang et al., 2020).

Pada proyek air bersih perdesaan, karakteristik risiko memiliki kekhasan yang berbeda dibandingkan proyek konstruksi perkotaan. Kondisi geografis, keterbatasan akses lokasi, serta ketergantungan pada sumber air alami menyebabkan tingkat ketidakpastian yang lebih tinggi, khususnya pada tahap perencanaan dan pelaksanaan. Risiko teknis sering muncul akibat variasi kondisi tanah, fluktuasi debit sumber air, serta keterbatasan data awal yang akurat, sehingga perencanaan desain jaringan distribusi air memerlukan kehati-hatian yang lebih besar untuk menghindari kegagalan fungsi sistem.

Risiko eksternal pada proyek air bersih perdesaan juga dipengaruhi oleh dinamika sosial dan lingkungan setempat. Perubahan musim yang ekstrem dapat mempengaruhi ketersediaan air baku, sementara kondisi sosial masyarakat seperti pola penggunaan air dan tingkat kesadaran terhadap pemeliharaan fasilitas dapat berdampak langsung pada keberlanjutan sistem. Apabila risiko-risiko tersebut tidak diantisipasi sejak awal, sistem air bersih yang dibangun berpotensi mengalami penurunan kinerja dalam waktu relatif singkat meskipun secara teknis telah memenuhi spesifikasi awal.

Risiko internal dalam proyek air bersih perdesaan sering berkaitan dengan keterbatasan sumber daya manusia dan kapasitas kelembagaan pengelola. Kelompok pengelola air desa umumnya memiliki kemampuan teknis dan manajerial yang beragam, sehingga kesenjangan kapasitas dapat meningkatkan potensi kesalahan operasional dan keterlambatan penanganan kerusakan. Kondisi ini menuntut adanya sistem pengelolaan risiko yang sederhana namun efektif, agar dapat diterapkan secara konsisten oleh pengelola lokal.

Risiko non-teknis pada proyek air bersih perdesaan kerap muncul dalam bentuk konflik kepentingan antar pengguna,

ketidaksepakatan terkait pembagian air, serta resistensi terhadap penerapan iuran operasional. Faktor-faktor tersebut berakar pada dinamika sosial ekonomi masyarakat desa dan dapat mempengaruhi tingkat partisipasi dalam pemeliharaan sistem. Pengabaian terhadap risiko non-teknis berpotensi melemahkan rasa memiliki masyarakat terhadap infrastruktur yang dibangun dan mengancam keberlanjutan layanan air bersih.

Manajemen risiko pada proyek air bersih perdesaan perlu mengintegrasikan pendekatan teknis dengan pendekatan sosial secara seimbang. Identifikasi risiko tidak hanya difokuskan pada aspek konstruksi, tetapi juga mencakup perilaku pengguna, pola pengelolaan, dan mekanisme pengambilan keputusan di tingkat desa. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan strategi mitigasi yang lebih kontekstual dan realistis, sehingga sistem air bersih dapat berfungsi secara optimal sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan masyarakat setempat.

3. Manajemen Risiko

Manajemen risiko adalah pusat persoalan dalam perencanaan dan merupakan suatu manajemen segala spekulasi. Fungsi manajemen risiko adalah untuk mengidentifikasi, mengukur dan mengorganisasikan risiko dengan cara mengaplikasikan koordinasi sumberdaya untuk meminimalkan, memantau dan mengendalikan probabilitas dan/atau dampak dari peristiwa yang tidak diharapkan (Gohar et al, 2009).

Manajemen risiko proyek merupakan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi, menilai, dan merespons berbagai ketidakpastian yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan proyek (Hillson, 2019). Dalam konteks infrastruktur air bersih perdesaan, teori manajemen risiko memiliki peran fundamental karena proyek jenis ini sering dihadapkan pada keterbatasan sumber daya,

ketidakpastian kondisi alam, dan dinamika sosial masyarakat. Risiko proyek bukan sekadar kemungkinan terjadinya kegagalan teknis, tetapi juga mencakup potensi terjadinya penyimpangan terhadap target biaya, waktu, mutu, serta keberlanjutan fungsi infrastruktur setelah proyek selesai. Oleh karena itu, pengelolaan risiko harus dipahami sebagai bagian integral dari manajemen proyek yang bertujuan untuk meningkatkan kemungkinan keberhasilan dan mengurangi dampak negatif ketidakpastian.

Konsep manajemen risiko proyek berakar pada Risk Management Standard yang dikembangkan oleh ISO 31000:2018. Standar ini menekankan bahwa manajemen risiko bukan hanya kegiatan administratif, tetapi merupakan proses pengambilan keputusan strategis yang memerlukan partisipasi semua pihak terkait. Prinsip utama ISO 31000 mencakup keterpaduan, strukturisasi, inklusivitas, dinamika, dan berorientasi pada perbaikan berkelanjutan (International Organization for Standardization [ISO], 2018). Dalam implementasinya pada proyek infrastruktur air bersih, standar ini menuntut adanya mekanisme komunikasi risiko antara pemerintah, kontraktor, dan masyarakat penerima manfaat agar setiap potensi gangguan dapat diantisipasi sejak tahap perencanaan.

Menurut teori Project Risk Management Process (PMBOK, 2021), manajemen risiko terdiri atas beberapa tahapan utama:

1. Identifikasi risiko
2. Analisis kualitatif dan kuantitatif
3. Perencanaan respons
4. Implementasi respons,
5. pemantauan serta evaluasi risiko.

Pada tahap identifikasi, tim proyek harus memetakan semua faktor yang berpotensi menimbulkan gangguan, baik yang bersifat internal seperti kesalahan desain dan keterlambatan logistik, maupun eksternal seperti bencana alam, perubahan kebijakan, atau resistensi

sosial. Analisis risiko kemudian dilakukan untuk menentukan prioritas berdasarkan tingkat probabilitas dan dampaknya terhadap tujuan proyek. Dalam proyek perdesaan, pendekatan ini harus disesuaikan dengan konteks lokal, termasuk kondisi geologi, aksesibilitas wilayah, serta kapasitas kelembagaan desa.

Manajemen risiko juga menyoroti pentingnya pendekatan probabilistik dalam menilai ketidakpastian. Menurut Hillson (2019), risiko dapat dikelompokkan menjadi risiko negatif (*threats*) dan risiko positif (*opportunities*). Dalam proyek infrastruktur air bersih, ancaman mungkin berupa kekeringan, pencemaran sumber air, atau kegagalan sistem distribusi, sementara peluang bisa muncul dalam bentuk inovasi teknologi hemat energi atau partisipasi aktif masyarakat yang menurunkan biaya operasional. Pendekatan ini sejalan dengan paradigma baru dalam manajemen risiko yang tidak hanya fokus pada mitigasi ancaman, tetapi juga memanfaatkan peluang untuk meningkatkan nilai proyek (*value creation*).

Integrated Risk Management (IRM) menekankan pentingnya integrasi antara proses teknis dan non-teknis dalam pengelolaan risiko (Aven, 2016). IRM memandang risiko sebagai fenomena multidimensi yang dipengaruhi oleh faktor teknis, organisasi, sosial, dan lingkungan. Dengan demikian, strategi mitigasi tidak cukup dilakukan melalui solusi teknis seperti penguatan struktur atau sistem cadangan air, tetapi juga melalui peningkatan kapasitas sosial seperti pelatihan masyarakat dan pembentukan kelembagaan pengelola air bersih desa.

Rodhi (2024) menekankan bahwa pengelolaan risiko di wilayah perdesaan harus mempertimbangkan konteks sosial budaya masyarakat lokal. Ketika masyarakat dilibatkan dalam proses identifikasi risiko, hasil analisis menjadi lebih komprehensif karena masyarakat memiliki pengetahuan lokal tentang kondisi sumber air, pola konsumsi, dan perilaku konservasi. Pendekatan ini dikenal

dengan *Participatory Risk Assessment (PRA)*, yang berkembang dari teori partisipatif dalam pembangunan. PRA memungkinkan terjadinya transfer pengetahuan dua arah antara tenaga ahli dan komunitas lokal, sehingga strategi mitigasi menjadi lebih adaptif dan berkelanjutan (Rodhi, 2024). Sementara itu pentingnya komunikasi yang transparan dan interaktif antara pihak proyek dengan masyarakat dalam mengelola risiko. Dalam proyek air bersih perdesaan, komunikasi risiko yang efektif mampu mengurangi resistensi sosial dan meningkatkan kepercayaan publik. Masyarakat yang memahami potensi risiko serta langkah mitigasinya akan lebih menerima proses pembangunan, bahkan turut aktif dalam menjaga infrastruktur setelah proyek selesai. Rodhi (2023) menunjukkan bahwa keberhasilan proyek air bersih di beberapa desa di Bojonegoro sangat dipengaruhi oleh adanya forum komunikasi risiko antara pemerintah daerah, tim teknis, dan kelompok masyarakat pengguna.

Selain itu, terdapat istilah *Resilience Engineering* yang memberikan kerangka konseptual penting dalam manajemen risiko infrastruktur. Hollnagel (2017) mendefinisikan resilience sebagai kemampuan sistem untuk beradaptasi, menyerap guncangan, dan mempertahankan fungsi utamanya di tengah perubahan atau gangguan. Dalam konteks proyek air bersih, penerapan prinsip resilience meliputi desain fleksibel terhadap fluktuasi pasokan air, mekanisme darurat ketika sistem utama gagal, serta pemberdayaan masyarakat agar mampu melakukan perawatan mandiri. Pendekatan ini menekankan bahwa keberlanjutan infrastruktur tidak hanya bergantung pada ketahanan teknis, tetapi juga pada daya tanggap sosial masyarakat pengguna (Rodhi, 2024). Dalam praktiknya, manajemen risiko proyek air bersih perdesaan di Indonesia sering menghadapi tantangan karena keterbatasan data, rendahnya literasi risiko, serta lemahnya koordinasi antar lembaga. Untuk mengatasi hal ini, integrasi metode kualitatif dan kuantitatif dalam analisis risiko

perlu dikembangkan. Pendekatan *mixed methods* dapat menggabungkan data statistik tentang probabilitas kegagalan dengan wawasan sosial tentang persepsi risiko masyarakat. Melalui triangulasi data, penilaian risiko menjadi lebih akurat dan solutif.

Manajemen risiko proyek tidak hanya berfungsi sebagai alat pengendali, tetapi juga sebagai instrumen pembelajaran organisasi (*organizational learning*). Organisasi yang belajar dari setiap risiko yang terjadi akan lebih adaptif dan inovatif dalam menghadapi tantangan masa depan. Penerapan prinsip ini di Bojonegoro dapat memperkuat kapasitas kelembagaan daerah dalam merancang proyek-proyek air bersih berikutnya yang lebih efisien dan berkelanjutan

Manajemen risiko dalam sebuah organisasi, digunakan sebagai alat untuk mengambil keputusan guna meningkatkan efektifitas. Standar manajemen risiko wajib diterapkan dalam organisasi proyek untuk menuju yang terbaik dalam sebuah kehidupan dan juga untuk mencapai kesuksesan yang tinggi. Untuk mendapatkan hasil analisa risiko yang signifikan, maka alat dan tipe risiko harus disesuaikan. Hal tersebut tentunya tidak terlepas dari sistem manajemen risiko yang akan digunakan sebagai acuan analisis.

Manajemen risiko dalam proyek merupakan suatu cara pendekatan yang dilakukan terhadap risiko, di mana cara tersebut dilakukan dengan memahami risiko, mengidentifikasi risiko dan mengevaluasi risiko proyek. Jenis dan tipe risiko yang berbeda menimbulkan teknik pengukuran yang berbeda pula. Manajemen risiko proyek meliputi beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut dapat dijabarkan sebagaimana berikut;

1. Perencanaan manajemen risiko, memilih pendekatan dan rencana aktifitas- aktifitas manajemen risiko bagi proyek;
2. Identifikasi risiko, memutuskan risiko mana yang akan mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristik setiap risiko;

3. Analisis risiko secara kualitatif, melakukan karakteristik dan menganalisis risiko serta memprioritaskan dampak mereka terhadap tujuan proyek;
4. Analisis risiko secara kuantitatif, mengukur kemungkinan dan konsekuensi risiko serta memperkirakan dampaknya terhadap tujuan proyek;
5. Perencanaan penanganan risiko, pengambilan langkah untuk menambah peluang dan mengurangi ancaman untuk memenuhi tujuan proyek; dan
6. Pemantauan dan pengendalian risiko, yaitu memantau risiko yang diketahui, mengidentifikasi risiko baru, mengurangi risiko, dan mengevaluasi efektifitas pengurangan risiko pada keseluruhan hidup proyek.

Respon risiko merupakan suatu bentuk proses pilihan pengembangan dan penentuan tindakan untuk menambah peluang-peluang serta mengurangi hambatan-hambatan terhadap tujuan-tujuan proyek. Dalam hal ini terdapat 4 (empat) tahap strategi yang dapat digunakan, yaitu;

1. *Acceptance (Do Nothing)*,

Risk acceptance merupakan penanganan risiko yang hanya menerima (pasrah) terhadap risiko yang terjadi dengan tidak melakukan tindakan apapun untuk mengendalikan risiko;

2. *Transfer*

Risk Transfer membutuhkan pengalihan dampak risiko kepada pihak ketiga. Pengalihan ini hanya memberikan sebagian tanggung jawab kepada pihak ketiga tersebut tanpa mengurangi dampak risiko secara keseluruhan. Pengalihan risiko paling banyak menggunakan lembaga asuransi. Untuk itu diperlukan pembayaran sebagai *risk premium* kepada lembaga yang menanggung sebagian risiko tersebut. Selain itu, kontraktor proyek juga dapat digunakan untuk mengalihkan

risiko kepada pihak lain, sebagai contoh dengan menggunakan sistem *fixed price* pada kondisi yang stabil;

3. *Reduction (Mitigation)*,

Mengambil tindakan untuk mengurangi peluang terjadinya risiko adalah lebih baik daripada memperbaiki kerusakan setelah risiko terjadi. Pengurangan risiko dapat dilakukan dengan berbagai teknik, yaitu: mengurangi dampak risiko yang terjadi; memperkecil kemungkinan kemunculan risiko; dan dapat digunakan bersama-sama, untuk mengurangi kemungkinan risiko, sekaligus dampaknya secara bersamaan.

4. *Avoidance*,

Risk avoidance mempengaruhi perubahan perencanaan manajemen proyek untuk mengeliminasi hambatan oleh risiko yang merugikan, mengisolasi tujuan proyek dari dampak risiko, atau menunda tujuan dari sesuatu yang berbahaya, seperti memperpanjang jadwal dan mengurangi ruang lingkup.

Menurut Mojtahedi (2008), terdapat sebuah pendekatan yang dikembangkan menggunakan dua kriteria yang penting, yaitu;

1. Kemungkinan (*Probability*), adalah kemungkinan(*Probability*) dari suatu kejadian yang tidak diinginkan;
2. Dampak (*Impact*), adalah tingkat pengaruh atau ukuran dampak (*Impact*) pada aktivitas lain, jika peristiwa yang tidak diinginkan terjadi.

Cara mengukur risiko, kedua kriteria tersebut dirangkai dalam sebuah rumus risiko sebagai berikut;

$$R = P * I \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

R = Tingkat risiko

P = Kemungkinan (*Probability*) risiko yang terjadi

I = Tingkat dampak (*Impact*) risiko yang terjadi

Zolfagharian et al, (2012) menyatakan bahwa proses pengukuran risiko dengan cara memperkirakan frekuensi terjadinya suatu risiko dan dampak dari risiko dapat dilakukan dengan bantuan skala. Skala yang digunakan dalam mengukur potensi risiko terhadap frekuensi dan dampak risiko adalah skala likert dengan menggunakan rentang angka 1 sampai dengan 5 yang dirangkum dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Skala Likert Penilaian Risiko

<i>Scale</i>	<i>Impact</i>	<i>Description</i>	<i>Probability</i>
1	<i>Insignificant</i>	<i>Minimal impact</i>	<i>Never</i>
2	<i>Minor</i>	<i>Short-term impact</i>	<i>Unlikely</i>
3	<i>Moderate</i>	<i>Significant impact</i>	<i>Possible</i>
4	<i>Major</i>	<i>Major Short-term impact</i>	<i>Likely</i>
5	<i>Catastrophic</i>	<i>Major Long-term impact</i>	<i>Always</i>

Sumber: Zolfagharian et al, (2012)

Berdasarkan rumus risiko yang ada, maka dapat diketahui tingkat risiko masing-masing faktor risiko yang telah diidentifikasi. Menurut Duijm (2015), hasil penilaian risiko terhadap bahaya besar dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) area sebagaimana dapat dilihat dalam gambar 2.1

Frequency (per year)	C1	C2	C3	C4	C5
	Negligible harm	Minor injury	Major injury	Between 1 and 4 fatalities	5 for more fatalities
F5 $10^{-2} - 10^{-1}$					
F4 $10^{-3} - 10^{-2}$					
F3 $10^{-4} - 10^{-3}$					
F2 $10^{-5} - 10^{-4}$					
F1 $< 10^{-5}$					

Gambar 2.1. Threshold of project risk levels (Duijm, 2015)

Gambar 2.1 di atas dapat dijelaskan bahwa kategori frekuensinya merupakan skala logaritmik dengan peningkatan faktor 10 dalam kemungkinan antara kategori berikutnya. Sedangkan untuk kategori konsekuensi C3 ke C5 juga menunjukkan penskalaan yang pada dasarnya juga merupakan logaritmik, dari konsekuensi tambahan nomor peringkat yang termasuk dalam matriks dapat disimpulkan bahwa skala logaritmik diperpanjang atas semua kategori konsekuensi. Selain itu, faktor keparahan meningkat di antara konsekuensi kategori secara signifikan lebih rendah dari 10.

Manajemen risiko pada proyek infrastruktur air bersih perdesaan menuntut pendekatan yang lebih kontekstual dibandingkan proyek konstruksi berskala besar di perkotaan. Keterbatasan sumber daya, kondisi alam yang tidak selalu stabil, serta kapasitas kelembagaan lokal yang beragam menjadikan proses identifikasi dan pengendalian risiko sebagai aspek yang sangat krusial. Pendekatan sistematis dalam manajemen risiko membantu pelaksana proyek untuk mengenali potensi gangguan sejak dini dan menyusun langkah antisipatif yang realistis sesuai dengan kondisi lapangan (Gohar et al., 2009; Hillson, 2019).

Penerapan prinsip ISO 31000:2018 pada proyek air bersih perdesaan menegaskan bahwa risiko harus dikelola secara terintegrasi dalam seluruh tahapan proyek, bukan sebagai kegiatan tambahan yang berdiri sendiri. Proses manajemen risiko perlu melekat pada pengambilan keputusan strategis, mulai dari penentuan lokasi sumber air, pemilihan teknologi, hingga skema pengelolaan pasca konstruksi. Keterlibatan berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat desa, menjadi elemen penting agar proses pengelolaan risiko berjalan secara inklusif dan transparan (ISO, 2018).

Tahapan identifikasi risiko dalam proyek air bersih perdesaan sering kali menghadapi tantangan karena keterbatasan data teknis dan informasi historis. Kondisi ini menuntut penggunaan kombinasi

pendekatan teknis dan partisipatif untuk memperoleh gambaran risiko yang lebih komprehensif. Pengetahuan lokal masyarakat mengenai kondisi sumber air, perubahan musiman, serta riwayat gangguan sistem menjadi masukan penting dalam proses identifikasi risiko, sehingga potensi masalah yang bersifat laten dapat diantisipasi lebih awal (PMBOK, 2021; Rodhi, 2024).

Analisis risiko, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, berperan dalam menentukan prioritas penanganan risiko berdasarkan tingkat kemungkinan dan dampaknya terhadap tujuan proyek. Pada proyek air bersih perdesaan, analisis kualitatif sering digunakan sebagai langkah awal untuk menyaring risiko-risiko utama, mengingat keterbatasan data kuantitatif yang tersedia. Namun demikian, penguatan analisis kuantitatif tetap diperlukan agar estimasi dampak risiko terhadap biaya, waktu, dan mutu proyek dapat dilakukan secara lebih terukur (Hillson, 2019; Zolfagharian et al., 2012).

Perencanaan respons risiko pada proyek air bersih perdesaan harus mempertimbangkan keseimbangan antara efektivitas teknis dan penerimaan sosial. Strategi mitigasi yang terlalu kompleks atau mahal berpotensi sulit diterapkan oleh pengelola lokal, sehingga justru menimbulkan risiko baru pada tahap operasional. Oleh karena itu, pemilihan strategi seperti mitigasi, transfer, penerimaan, atau penghindaran risiko perlu disesuaikan dengan kapasitas teknis, finansial, dan sosial masyarakat desa (Gohar et al., 2009; PMBOK, 2021).

Pemantauan dan pengendalian risiko merupakan proses berkelanjutan yang sangat menentukan keberlanjutan sistem air bersih setelah proyek selesai. Risiko baru dapat muncul seiring perubahan kondisi lingkungan, sosial, maupun kelembagaan desa. Tanpa mekanisme pemantauan yang rutin dan sistematis, risiko-risiko tersebut berpotensi berkembang menjadi gangguan serius terhadap fungsi infrastruktur. Proses evaluasi berkala memungkinkan

penyesuaian strategi pengelolaan risiko agar sistem tetap adaptif terhadap dinamika yang terjadi (ISO, 2018; Duijm, 2015).

Manajemen risiko juga berfungsi sebagai sarana pembelajaran organisasi bagi pemerintah daerah dan masyarakat desa. Pengalaman menghadapi risiko pada satu proyek dapat menjadi pengetahuan berharga untuk perencanaan proyek air bersih berikutnya. Pembelajaran ini mencakup pemahaman terhadap pola risiko yang berulang, efektivitas strategi mitigasi, serta pentingnya komunikasi risiko yang terbuka. Dengan demikian, manajemen risiko tidak hanya berorientasi pada pengendalian ketidakpastian, tetapi juga pada peningkatan kapasitas institusional dan sosial dalam mendukung keberlanjutan infrastruktur air bersih perdesaan (Rodhi, 2023; Rodhi, 2024).

4. Partisipasi Masyarakat

Partisipasi masyarakat merupakan salah satu pilar utama dalam paradigma pembangunan modern yang berorientasi pada pemberdayaan, keberlanjutan, dan keadilan sosial. Secara konseptual, partisipasi masyarakat didefinisikan sebagai keterlibatan aktif warga dalam seluruh tahapan proses Pembangunan. dengan tujuan meningkatkan efektivitas, relevansi, dan rasa memiliki terhadap hasil pembangunan (Arnstein, 2019). Dalam konteks pembangunan infrastruktur perdesaan, terutama infrastruktur air bersih, partisipasi masyarakat tidak hanya dilihat sebagai kontribusi tenaga atau materi, tetapi juga sebagai proses sosial yang memungkinkan masyarakat menjadi subjek pembangunan, bukan sekadar objek penerima manfaat (Rodhi, 2024).

Arnstein (2019) dalam teorinya tentang *Ladder of Citizen Participation* mengklasifikasikan partisipasi ke dalam delapan jenjang, mulai dari *manipulation* dan *therapy (non-participation)*, *informing* dan *consultation (tokenism)*, hingga *partnership*, *delegated*

power, dan citizen control (citizen power). Model ini menegaskan bahwa partisipasi sejati hanya terjadi ketika masyarakat memiliki kekuasaan untuk mempengaruhi atau mengendalikan keputusan yang memengaruhi kehidupan mereka. Dalam konteks proyek infrastruktur air bersih, tingkatan partisipasi masyarakat dapat dilihat dari keterlibatan mereka dalam menentukan lokasi sumur, sistem distribusi air, pengelolaan iuran, serta perawatan jaringan. Semakin tinggi tingkat partisipasi, semakin besar pula peluang keberlanjutan infrastruktur karena masyarakat memiliki rasa tanggung jawab terhadap hasil pembangunan (Rodhi, 2023).

Empowerment atau pemberdayaan masyarakat juga memberikan dasar ilmiah yang kuat terhadap konsep partisipasi. Dalam pembangunan perdesaan, pemberdayaan diwujudkan melalui peningkatan kapasitas masyarakat untuk mengenali potensi, mengelola sumber daya lokal, serta mengambil keputusan secara mandiri. Dengan demikian, partisipasi bukan sekadar keterlibatan fisik, melainkan transformasi sosial yang memperkuat posisi tawar masyarakat dalam proses pembangunan

Selain sebagai instrumen demokrasi, partisipasi masyarakat juga memiliki dimensi manajerial yang penting dalam teori pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Theory*). Salah satu prinsip utama pembangunan berkelanjutan adalah *inclusive participation*, di mana setiap lapisan masyarakat berhak terlibat dalam proses pembangunan. Melalui partisipasi inklusif, proyek infrastruktur menjadi lebih adaptif terhadap kebutuhan lokal, sekaligus memperkuat kesetaraan sosial dan ketahanan komunitas terhadap perubahan lingkungan. Hal ini sejalan dengan teori *Adaptive Co-Management*, yang menekankan sinergi antara pengetahuan lokal dan ilmiah dalam mengelola sumber daya bersama, seperti air bersih (Armitage et al., 2009).

Partisipasi masyarakat dalam pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan berfungsi sebagai mekanisme penting untuk menjembatani kepentingan teknis dan kebutuhan sosial. Keterlibatan masyarakat sejak tahap awal perencanaan memungkinkan proses pembangunan berjalan lebih kontekstual karena mempertimbangkan kondisi lokal yang tidak selalu dapat diidentifikasi melalui pendekatan teknokratis semata. Melalui partisipasi aktif, masyarakat dapat menyampaikan aspirasi, pengalaman, serta pengetahuan lokal yang relevan terhadap pengelolaan sumber daya air (Rodhi, 2024).

Pada tahap perencanaan, partisipasi masyarakat berperan dalam meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Keterlibatan warga dalam diskusi lokasi sumber air, penentuan jalur distribusi, dan pemilihan teknologi memungkinkan proyek disesuaikan dengan kebutuhan riil masyarakat. Proses ini juga mengurangi risiko penolakan sosial karena keputusan yang diambil dipersepsikan sebagai hasil kesepakatan bersama, bukan sebagai kebijakan sepihak dari pihak eksternal (Arnstein, 2019; Rodhi, 2023).

Partisipasi masyarakat pada tahap pelaksanaan proyek juga memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi dan efektivitas pembangunan. Keterlibatan tenaga kerja lokal tidak hanya menekan biaya konstruksi, tetapi juga meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap sistem yang dibangun. Pemahaman ini menjadi modal penting dalam pemeliharaan infrastruktur karena masyarakat telah mengenal struktur dan fungsi sistem air bersih secara langsung (Rodhi, 2024).

Pada tahap pasca konstruksi, partisipasi masyarakat menjadi faktor penentu keberlanjutan infrastruktur air bersih. Sistem yang dikelola secara partisipatif cenderung memiliki tingkat kerusakan yang lebih rendah karena adanya rasa memiliki dan tanggung jawab kolektif. Masyarakat tidak lagi memandang infrastruktur sebagai aset

pihak luar, melainkan sebagai milik bersama yang harus dijaga dan dirawat secara berkelanjutan (Rodhi, 2023).

Tingkat partisipasi masyarakat juga berpengaruh terhadap efektivitas pengelolaan kelembagaan air bersih desa. Keterlibatan warga dalam struktur pengelola memungkinkan terciptanya mekanisme kontrol sosial yang mendorong transparansi dan akuntabilitas. Pengelola yang dipilih dan diawasi langsung oleh masyarakat cenderung lebih responsif terhadap kebutuhan pengguna serta lebih berhati-hati dalam pengambilan keputusan (Arnstein, 2019).

Partisipasi masyarakat memiliki peran penting dalam mengurangi risiko sosial pada proyek air bersih perdesaan. Konflik terkait pembagian air, iuran, dan pemeliharaan fasilitas dapat diminimalkan melalui proses dialog dan musyawarah yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip adaptive co-management yang menekankan pengelolaan sumber daya bersama secara kolaboratif dan fleksibel (Armitage et al., 2009).

Integrasi pengetahuan lokal dan pengetahuan teknis menjadi salah satu keunggulan utama pendekatan partisipatif. Masyarakat memiliki pemahaman mendalam mengenai karakteristik sumber air, perubahan musiman, serta pola konsumsi yang berkembang dari waktu ke waktu. Ketika pengetahuan ini dikombinasikan dengan pendekatan teknis, sistem air bersih yang dibangun menjadi lebih adaptif dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan (Armitage et al., 2009; Rodhi, 2024).

Partisipasi masyarakat juga berkontribusi pada penguatan kapasitas sosial dan kelembagaan desa. Proses keterlibatan dalam pembangunan air bersih mendorong pembelajaran kolektif, peningkatan kemampuan organisasi, serta penguatan jejaring sosial antar warga. Dampak ini tidak hanya dirasakan pada sektor air bersih,

tetapi juga pada kemampuan desa dalam mengelola program pembangunan lainnya secara lebih mandiri (Rodhi, 2024).

Perspektif keberlanjutan, partisipasi masyarakat memperkuat ketahanan sistem air bersih terhadap perubahan lingkungan dan sosial. Sistem yang dikelola bersama cenderung lebih responsif terhadap gangguan, seperti penurunan debit air atau kerusakan jaringan. Masyarakat yang terlibat aktif memiliki kesiapan lebih tinggi untuk melakukan penyesuaian dan perbaikan secara kolektif ketika menghadapi perubahan kondisi (Armitage et al., 2009).

Secara keseluruhan, partisipasi masyarakat dalam proyek infrastruktur air bersih perdesaan tidak dapat dipisahkan dari upaya pencapaian keberlanjutan jangka panjang. Tingkat partisipasi yang tinggi mencerminkan adanya pemberdayaan masyarakat dan distribusi kekuasaan yang lebih adil dalam proses pembangunan. Kondisi ini selaras dengan konsep citizen power yang menempatkan masyarakat sebagai aktor utama dalam pengelolaan sumber daya yang mempengaruhi kehidupan mereka sehari-hari (Arnstein, 2019; Rodhi, 2023).

Partisipasi masyarakat memiliki keterkaitan langsung dengan efektivitas manajemen risiko dalam proyek infrastruktur air bersih perdesaan. Keterlibatan masyarakat dalam setiap tahapan proyek memungkinkan proses identifikasi risiko dilakukan secara lebih komprehensif karena masyarakat memiliki pengetahuan lokal mengenai kondisi sumber air, pola penggunaan, serta potensi gangguan sosial yang mungkin muncul. Informasi ini sangat berharga dalam memperkaya analisis risiko dan mengurangi ketidakpastian yang sering tidak terjangkau oleh pendekatan teknis semata (Arnstein, 2019; Rodhi, 2024).

Partisipasi masyarakat dalam kerangka manajemen risiko berfungsi sebagai mekanisme mitigasi risiko sosial dan kelembagaan. Proyek air bersih yang dirancang dan dilaksanakan secara partisipatif

cenderung memiliki tingkat resistensi sosial yang lebih rendah, sehingga risiko konflik, penolakan iuran, dan vandalisme fasilitas dapat diminimalkan. Proses pengambilan keputusan bersama juga meningkatkan transparansi dan kepercayaan, yang merupakan faktor kunci dalam menjaga stabilitas pengelolaan risiko jangka panjang (Rodhi, 2023).

Partisipasi masyarakat juga berperan dalam meningkatkan kapasitas respons terhadap risiko teknis. Masyarakat yang memahami cara kerja sistem air bersih akan lebih cepat mendeteksi tanda-tanda awal kerusakan atau penurunan kinerja. Deteksi dini ini memungkinkan tindakan korektif dilakukan sebelum risiko berkembang menjadi kegagalan sistem yang lebih besar. Dengan demikian, partisipasi tidak hanya berfungsi pada aspek sosial, tetapi juga memperkuat ketahanan teknis infrastruktur (Rodhi, 2024).

Pendekatan *adaptive co-management* menempatkan partisipasi masyarakat sebagai bagian dari proses pembelajaran berkelanjutan dalam pengelolaan risiko. Melalui interaksi yang terus-menerus antara pengelola teknis dan masyarakat pengguna, strategi mitigasi risiko dapat disesuaikan secara dinamis terhadap perubahan kondisi lingkungan dan sosial. Pendekatan ini meningkatkan fleksibilitas sistem dan memperkecil dampak risiko yang tidak terduga dalam jangka panjang (Armitage et al., 2009). Dengan demikian, partisipasi masyarakat tidak hanya merupakan tujuan normatif pembangunan, tetapi juga instrumen strategis dalam manajemen risiko proyek infrastruktur air bersih perdesaan. Integrasi partisipasi dalam kerangka manajemen risiko memperkuat kemampuan proyek untuk mengantisipasi, merespons, dan beradaptasi terhadap berbagai ketidakpastian, sekaligus mendukung keberlanjutan layanan air bersih bagi masyarakat desa.

5. *House of Risk (HoR)*

House of Risk (HOR) adalah metode manajemen risiko yang dikembangkan untuk membantu organisasi mengidentifikasi, menganalisis, dan memitigasi risiko dengan fokus pada penyebab utama risiko (*risk agent*) daripada sekadar gejala dari risk event. Konsep ini dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan pendekatan tradisional yang sering hanya menilai risiko secara permukaan, sehingga tindakan mitigasi kurang efektif (Pujawan & Geraldin, 2020). HOR menekankan hubungan antara risiko yang muncul (*risk event*) dan faktor penyebabnya (*risk agent*), sehingga organisasi dapat menentukan prioritas mitigasi yang memberikan dampak terbesar dengan sumber daya yang tersedia secara efisien. Pendekatan HOR dapat diterapkan pada proyek konstruksi, manufaktur, maupun sektor layanan yang menghadapi risiko teknis dan non-teknis, termasuk risiko sosial dan kelembagaan.

Tahap pertama HOR dimulai dengan identifikasi *risk event* (E_i) yang mungkin terjadi dalam proyek, kemudian diikuti dengan identifikasi *risk agent* (A_j) yang menjadi penyebab munculnya risiko tersebut. Hubungan antara E_i dan A_j dinilai menggunakan matriks hubungan, dengan skala 0 (tidak ada hubungan), 1 (lemah), 3 (sedang), dan 9 (kuat). Penilaian ini memungkinkan visualisasi secara sistematis mengenai faktor penyebab risiko yang paling kritis. Selanjutnya, prioritas setiap risk agent dihitung dengan *Aggregate Risk Potential (ARP)* menggunakan rumus:

$$ARP_j = \sum_{i=1}^n (S_i \times R_{ij})$$

di mana ARP_j adalah *Aggregate Risk Potential* untuk *risk agent* ke-j, S_i adalah *severity* dari *risk event* ke-i, dan R_{ij} adalah nilai hubungan antara *risk event* ke-i dan risk agent ke-j (Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022). Risk agent dengan nilai ARP tertinggi menjadi

prioritas utama untuk tindakan mitigasi karena merupakan faktor penyebab risiko paling berpotensi menimbulkan kerugian jika tidak ditangani.

Setelah risk agent prioritas ditentukan, HOR melanjutkan ke fase perumusan tindakan mitigasi (*preventive action*) yang diarahkan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko pada agen tersebut. Setiap tindakan mitigasi dinilai efektivitasnya terhadap *risk agent* dan tingkat kesulitannya. Prioritas tindakan mitigasi kemudian dihitung dengan rasio *Effectiveness to Difficulty (ETD)*:

$$ETD = \frac{\text{Effectiveness}}{\text{Difficulty}}$$

Tindakan dengan ETD tertinggi akan diprioritaskan karena memberikan dampak besar dengan usaha relatif lebih kecil. Dengan cara ini, HOR tidak hanya membantu mengidentifikasi risiko secara sistematis, tetapi juga memberikan panduan untuk alokasi sumber daya mitigasi secara efisien.

Keunggulan HOR terletak pada fokusnya terhadap akar penyebab risiko dan kemampuan mengintegrasikan risiko teknis maupun non-teknis dalam satu kerangka kerja. Selain itu, HOR memungkinkan penilaian risiko dilakukan meskipun data historis terbatas, karena menggunakan pendekatan berbasis penilaian pakar. Metode ini dapat digunakan dalam proyek perdesaan, proyek berbasis masyarakat, maupun proyek CSR perusahaan, untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan risiko sosial, kelembagaan, dan teknis secara bersamaan (Pujawan & Geraldin, 2020; Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

Penerapan HOR dalam konteks proyek perdesaan berbasis partisipasi masyarakat membantu memastikan bahwa risiko yang muncul dapat diantisipasi sejak awal, tindakan mitigasi tepat sasaran, dan sumber daya digunakan secara optimal. Dengan pemahaman yang jelas tentang hubungan antara risk event dan risk agent, tim proyek

dapat menyusun strategi mitigasi yang lebih terarah, meningkatkan keberhasilan proyek, dan mendukung keberlanjutan infrastruktur yang dibangun. Pendekatan HOR ini juga mendorong partisipasi masyarakat dalam manajemen risiko, karena mitigasi yang dirancang dapat disesuaikan dengan kapasitas dan sumber daya lokal, sehingga risiko sosial dan kelembagaan dapat diminimalkan.

Metode *House of Risk* memberikan pendekatan yang lebih proaktif dibandingkan metode manajemen risiko konvensional karena menempatkan pencegahan sebagai fokus utama pengelolaan risiko. Dengan menitikberatkan pada identifikasi risk agent, HOR memungkinkan organisasi untuk memahami faktor-faktor mendasar yang memicu munculnya berbagai risiko dalam proyek. Pendekatan ini sangat relevan untuk proyek infrastruktur air bersih perdesaan yang memiliki keterbatasan sumber daya dan tingkat ketidakpastian yang relatif tinggi (Pujawan & Geraldin, 2020).

Risk event pada proyek air bersih perdesaan, dapat berupa kegagalan distribusi air, penurunan kualitas air, konflik antar pengguna, atau keterlambatan operasional sistem. Sementara itu, risk agent dapat berasal dari berbagai aspek, seperti lemahnya kapasitas pengelola, kesalahan desain, rendahnya partisipasi masyarakat, atau ketidakpastian kondisi sumber air. Dengan memetakan hubungan antara *risk event* dan *risk agent*, HOR membantu tim proyek untuk menghindari penanganan risiko yang bersifat reaktif dan terfragmentasi (Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

Penggunaan matriks hubungan dalam HOR memberikan visualisasi yang jelas mengenai kontribusi masing-masing *risk agent* terhadap berbagai *risk event*. Visualisasi ini memudahkan pengambil keputusan dalam menentukan faktor penyebab risiko yang paling kritis dan membutuhkan perhatian segera. Dalam konteks proyek perdesaan, pendekatan ini membantu menyederhanakan kompleksitas risiko sehingga dapat dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan,

termasuk masyarakat dan pengelola lokal (Pujawan & Geraldin, 2020).

Perhitungan *Aggregate Risk Potential (ARP)* menjadi instrumen penting dalam proses prioritas risiko. Nilai ARP yang tinggi menunjukkan bahwa suatu *risk agent* memiliki potensi besar dalam menimbulkan berbagai *risk event* dengan dampak signifikan. Dengan demikian, fokus mitigasi dapat diarahkan pada sejumlah kecil risk agent yang paling berpengaruh, sehingga penggunaan sumber daya menjadi lebih efisien dan terarah (Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

Fase kedua HOR yang berfokus pada perumusan tindakan mitigasi memberikan keunggulan tersendiri dalam perencanaan pengendalian risiko. Setiap tindakan mitigasi dievaluasi berdasarkan tingkat efektivitasnya dalam mengurangi risiko dan tingkat kesulitan penerapannya. Pendekatan ini membantu tim proyek untuk memilih strategi mitigasi yang tidak hanya efektif, tetapi juga realistis dan sesuai dengan kapasitas lokal, khususnya pada proyek berbasis masyarakat (Pujawan & Geraldin, 2020).

Konsep *Effectiveness to Difficulty (ETD)* mendorong pengambilan keputusan yang rasional dan berbasis prioritas. Tindakan mitigasi dengan nilai ETD tertinggi menjadi pilihan utama karena mampu memberikan dampak pengurangan risiko yang besar dengan usaha relatif lebih kecil. Dalam proyek air bersih perdesaan, pendekatan ini sangat membantu dalam menentukan strategi mitigasi yang dapat dijalankan secara berkelanjutan oleh masyarakat dan pengelola lokal (Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

Keunggulan lain dari metode HOR adalah fleksibilitasnya dalam kondisi keterbatasan data. Proyek perdesaan sering kali tidak memiliki data historis yang lengkap mengenai kegagalan atau gangguan sistem. HOR mengatasi keterbatasan ini melalui pemanfaatan penilaian pakar dan pengetahuan lokal, sehingga proses analisis risiko tetap dapat

dilakukan secara sistematis meskipun dengan informasi yang terbatas (Pujawan & Geraldin, 2020).

Metode HOR juga memungkinkan integrasi antara risiko teknis dan non-teknis dalam satu kerangka analisis. Risiko teknis seperti kegagalan sistem distribusi dapat dianalisis secara bersamaan dengan risiko sosial dan kelembagaan, seperti rendahnya partisipasi masyarakat atau lemahnya tata kelola pengelola air desa. Integrasi ini memberikan gambaran risiko yang lebih holistik dan mendukung perumusan strategi mitigasi yang komprehensif (Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

Penerapan HOR pada proyek perdesaan berbasis partisipasi masyarakat dapat meningkatkan kualitas proses manajemen risiko secara keseluruhan. Keterlibatan masyarakat dalam proses identifikasi *risk event* dan *risk agent* memperkaya analisis risiko dengan perspektif lokal yang sering kali tidak terjangkau oleh pendekatan teknis semata. Selain itu, partisipasi ini memperkuat rasa memiliki masyarakat terhadap strategi mitigasi yang dirumuskan (Pujawan & Geraldin, 2020).

Secara keseluruhan, *House of Risk* merupakan metode yang relevan dan aplikatif untuk mendukung keberhasilan proyek infrastruktur air bersih perdesaan. Fokus pada akar penyebab risiko, mekanisme prioritas yang jelas, serta orientasi pada tindakan preventif menjadikan HOR sebagai alat yang efektif dalam mengelola risiko secara berkelanjutan. Penerapan metode ini tidak hanya meningkatkan peluang keberhasilan proyek, tetapi juga memperkuat kapasitas lokal dalam menghadapi ketidakpastian di masa mendatang (Pujawan & Geraldin, 2020; Dewi, Nugroho, & Pujawan, 2022).

2.2 Penelitian Terdahulu

Studi kasus ini beracuan pada beberapa Penelitian terdahulu yang relevan. Adapun beberapa studi kasus terkait tersebut disajikan dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1	NN Rodhi, N Anwar, IPA Wiguna (2018)	<i>Mixed methods</i>	Risiko internal dan risiko eksternal	Mitgasi risiko dapat dilakukan jika risiko internal dan eksternal telah diidentifikasi dan dianalisis sedini mungkin
2	Nevila Rodhi Nova, I Putu Artama Wiguna, Anwar Nadjadji (2019)	<i>Probability Impact Matrix</i>	Risiko internal dan risiko eksternal; ISO 31000:2009	Makalah ini memaparkan penerapan manajemen risiko oleh perusahaan migas di Indonesia yang telah diadaptasi ke ISO 31000:2009 sebagai suatu kerangka kerja yang dapat mengintegrasikan berbagai proses manajemen lainnya.

Tabel 2.2. Lanjutan

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
3	Nova Nevila Rodhi (2022)	<i>Fuzzy logic</i>	Risiko internal dan risiko eksternal	Hasil analisis menggunakan matriks risiko, semua faktor risiko berada pada tingkat sedang, namun hasil analisis menggunakan fuzzy, terdapat 2 risiko yang berada pada tingkat tinggi, yaitu kemacetan lalu lintas dan penurunan pendapatan masyarakat di lokasi sekitar.
4	Nova Nevila Rodhi (2023)	<i>Probability Impact Matrix</i>	Risiko internal dan risiko eksternal	Hasil identifikasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa faktor risiko yang terdapat pada proyek Pembangunan infrastruktur pedesaan adalah pada tahap desain, tahap pelaksanaan dan tahap operasional. Secara keseluruhan, hasil penilaian risiko faktor risiko yang teridentifikasi berada di level sedang
5	Nova Nevila Rodhi (2023)	<i>Probability Impact Matrix and Fuzzy Logic Methods</i>	Risiko internal dan risiko eksternal	Nilai risiko pada level yang sama memiliki sedikit perbedaan
6	Nova Nevila Rodhi (2024)	<i>Community Satisfaction Index</i>	Rumah layak huni, partisipasi masyarakat	Masyarakat puas dengan program yang ada

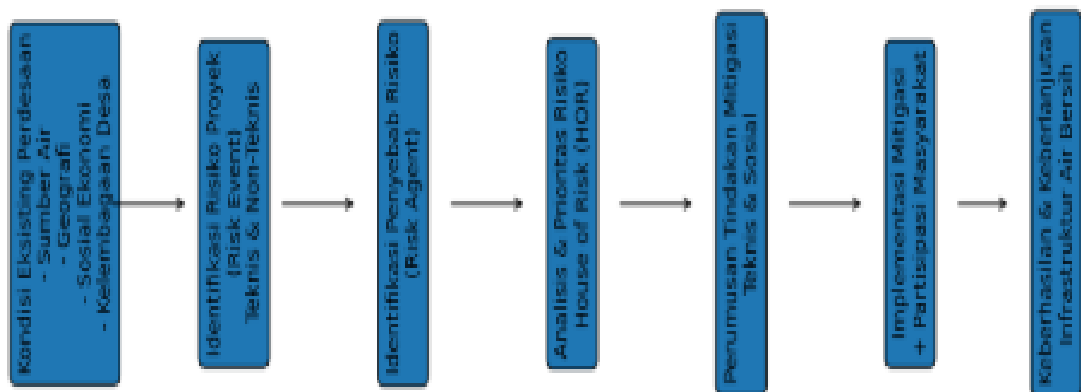
Tabel 2.2. Lanjutan

No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
7	Nova Nevila Rodhi, Mohamad Ferdous Noor Aulady (2025)	<i>Historical Experience Method</i>	Risiko internal dan risiko eksternal	Hasil identifikasi yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa faktor risiko yang terdapat pada proyek Pembangunan infrastruktur pedesaan adalah pada tahap desain, tahap pelaksanaan dan tahap operasional. Secara keseluruhan, hasil penilaian risiko faktor risiko yang teridentifikasi berada di level sedang

Sumber: Hasil review penelitian sebelumnya diolah (2025)

2.3 Kerangka Konsep Penelitian

Kerangka konsep dalam studi kasus ini dapat digambarkan sebagai berikut:



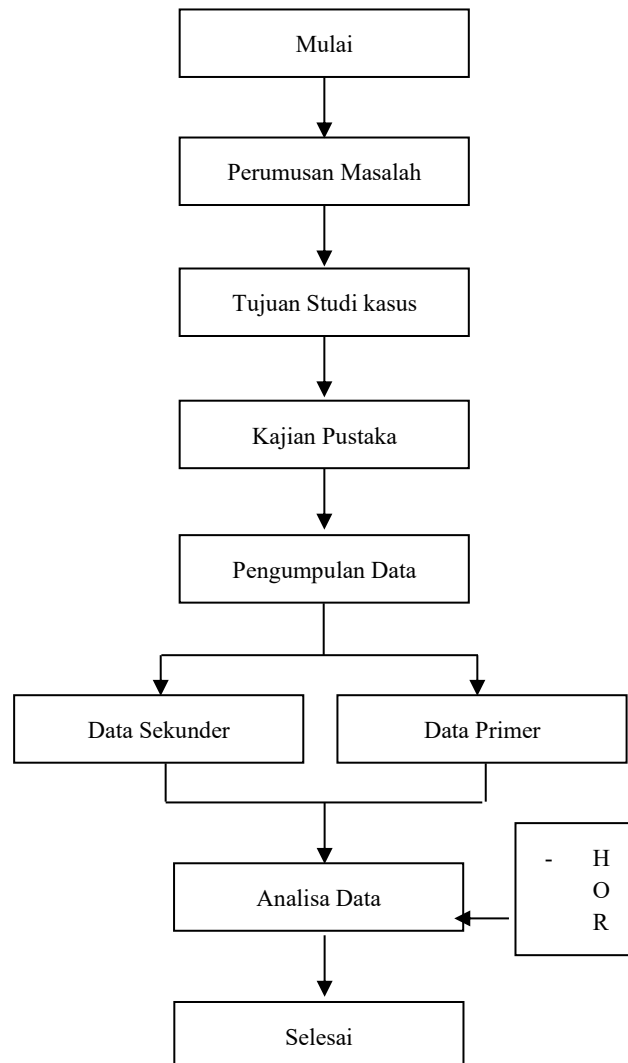
Gambar 2.2. Kerangka konsep Penelitian

Gambar ini menunjukkan alur konseptual penelitian yang menggambarkan hubungan antara kondisi eksisting perdesaan, potensi risiko proyek, mekanisme manajemen risiko menggunakan metode House of Risk (HOR), serta peran partisipasi masyarakat dalam mitigasi risiko. Kerangka konsep ini menegaskan bahwa keberhasilan dan keberlanjutan infrastruktur air bersih perdesaan merupakan hasil dari pengelolaan risiko yang sistematis dan partisipatif sejak tahap perencanaan hingga implementasi dan pemeliharaan.

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pendekatan secara deskriptif. Secara umum, metodologi yang digunakan adalah menggabungkan antara studi kasus kualitatif dengan studi kasus kuantitatif yang menggunakan pendekatan studi kasus dan survei. Adapun rencana tahapan dalam studi kasus ini dapat diilustrasikan dalam gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1. Rencana Tahapan Penelitian

3.2 Lokasi Studi kasus

Studi kasus ini dilaksanakan pada infrastruktur air bersih di Desa Tengger, Bareng dan Jelu Kecamatan Ngasem Kabupaten Bojonegoro.

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Desain responden yang digunakan dalam studi kasus ini adalah desain responden tetap, karena responden yang dibentuk mengikuti aturan tertentu dan tidak berubah-ubah selama proses penarikan responden berlangsung. Desain responden tetap yang dipilih dalam studi kasus ini adalah metode *cluster sampling* (responden berkelompok), yaitu teknik memilih sebuah responden dari kelompok unit-unit yang kecil atau *cluster*. Responden dalam studi kasus ini sebanyak 30 orang yang merupakan pelaksana dan penerima manfaat, di mana 10 di Desa Tengger, 10 di Desa Jelu dan 10 di Desa Bareng

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari 2 (dua) data , yaitu;

1. Data sekunder, yaitu data – data yang diperoleh secara tidak langsung termasuk studi literatur berdasarkan hasil studi kasus terdahulu yang telah dipublikasikan ataupun data – data yang diperoleh dari berbagai sumber lainnya yang relevan.
2. Data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung. Dalam hal ini untuk memperoleh data primer dilakukan dengan cara pengumpulan data berdasarkan jawaban responden terhadap kuesioner. Untuk menyusun kuesioner diperlukan langkah – langkah penyusunan secara umum, yaitu;
 - a. Mengoperasionalkan variabel – variabel studi kasus ke dalam indikator yang bersangkutan
 - b. Mengidentifikasi setiap indikator ke sub indikator yang bersangkutan

- c. Menjabarkan setiap indikator atau sub indikator ke dalam bentuk pertanyaan
- d. Mengevaluasi ketepatan isi dan bahasa kuesioner
- e. Mencobakan kuesioner pada sekelompok orang yang memiliki ciri yang sama dengan responden atau langsung kepada responden yang bersangkutan.

3.5 Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam studi kasus ini adalah *House of Risk (HOR)* adalah metode analisis manajemen risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi, memprioritaskan, dan merancang strategi mitigasi risiko secara sistematis.

Tabel 3.1. Skala *Probability*

Skala	<i>Probability</i>	Deskripsi
1	<i>Never</i>	Hampir tidak pernah terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Jarang terjadi
3	<i>Possible</i>	Mungkin terjadi (periodik)
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi
5	<i>Always</i>	Hampir selalu terjadi

Tabel 3.2. Skala *Impact*

Skala	<i>Impact</i>	Deskripsi
1	<i>Insignificant</i>	Dampak sangat kecil, tidak memengaruhi layanan
2	<i>Minor</i>	Dampak jangka pendek, layanan tetap berjalan
3	<i>Moderate</i>	Dampak signifikan, kualitas/kontinuitas terganggu
4	<i>Major</i>	Dampak besar jangka pendek, layanan hampir berhenti
5	<i>Catastrophic</i>	Dampak besar jangka panjang, layanan terhenti

Risk Score (R)= Probability (P) x Impact (I)

Tabel 3.3. Kategori Tingkat Risiko

Risk Score	Kategori Risiko
1 – 5	Rendah
6 – 10	Sedang
11 – 15	Tinggi
16 – 25	Sangat Tinggi

Pemilihan metode HOR didasarkan pada kemampuannya dalam mengidentifikasi akar penyebab risiko (*risk agent*) secara komprehensif, sehingga strategi mitigasi yang dirumuskan tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga preventif dan berorientasi pada keberlanjutan proyek.

Tahapan awal penerapan HOR dimulai dengan penentuan batasan dan ruang lingkup analisis risiko. Ruang lingkup analisis mencakup seluruh siklus proyek air bersih, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan konstruksi, hingga tahap operasi dan pemeliharaan. Pendekatan ini dilakukan untuk memastikan bahwa risiko yang dianalisis tidak terbatas pada aspek teknis konstruksi semata, tetapi juga mencakup aspek sosial, kelembagaan, dan lingkungan yang berpengaruh terhadap keberhasilan proyek.

Langkah berikutnya adalah identifikasi risk event, yaitu kejadian-kejadian yang berpotensi menghambat pencapaian tujuan proyek. Identifikasi *risk event* dilakukan melalui studi dokumen proyek, observasi lapangan, serta diskusi dengan pihak-pihak terkait seperti pengelola desa dan perwakilan masyarakat. *Risk event* yang teridentifikasi mencerminkan potensi penyimpangan terhadap target waktu, biaya, mutu, serta keberlanjutan fungsi sistem air bersih.

Setelah *risk event* ditetapkan, proses dilanjutkan dengan identifikasi risk agent sebagai faktor penyebab utama terjadinya risiko. Risk agent dalam proyek air bersih perdesaan umumnya berkaitan dengan keterbatasan kapasitas sumber daya manusia, lemahnya koordinasi antar pihak, rendahnya partisipasi masyarakat, serta kondisi lingkungan yang tidak stabil. Identifikasi *risk agent* dilakukan secara hati-hati untuk memastikan bahwa faktor penyebab yang dipilih benar-benar relevan dan memiliki pengaruh signifikan terhadap proyek.

Hubungan antara *risk event* dan *risk agent* kemudian dianalisis menggunakan matriks hubungan. Matriks ini digunakan untuk menilai tingkat keterkaitan antara masing-masing risk event dengan risk agent, sehingga dapat diketahui faktor penyebab risiko yang paling dominan.

Analisis ini memungkinkan pemetaan risiko dilakukan secara sistematis dan membantu menghindari penanganan risiko yang bersifat parsial.

Berdasarkan hasil matriks hubungan, dilakukan perhitungan tingkat prioritas *risk agent* untuk menentukan faktor penyebab risiko yang paling kritis. *Risk agent* dengan tingkat prioritas tinggi menjadi fokus utama dalam perumusan strategi mitigasi karena memiliki potensi dampak terbesar terhadap keberhasilan proyek. Dalam konteks perdesaan, hasil analisis umumnya menunjukkan bahwa risiko non-teknis memiliki kontribusi yang signifikan terhadap munculnya berbagai *risk event*.

Tahap selanjutnya adalah perumusan tindakan mitigasi yang diarahkan secara langsung untuk mengurangi atau menghilangkan risk agent prioritas. Tindakan mitigasi dirancang dengan mempertimbangkan kapasitas lokal desa, sehingga strategi yang dipilih dapat diterapkan secara realistis dan berkelanjutan. Pendekatan ini menekankan pentingnya pencegahan risiko sejak tahap awal proyek.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Lokasi Studi kasus

Studi kasus ini dilaksanakan di Desa Jelu, Desa Tengger, dan Desa Bareng yang berada di Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro. Ketiga desa tersebut merepresentasikan wilayah perdesaan dengan tingkat ketergantungan yang tinggi terhadap infrastruktur air bersih berbasis sumber air tanah dan mata air lokal, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun aktivitas sosial ekonomi masyarakat. Ketersediaan layanan air bersih menjadi faktor krusial dalam menjaga kualitas hidup masyarakat perdesaan, terutama pada wilayah yang belum sepenuhnya terlayani oleh sistem penyediaan air minum regional.

Secara klimatologis, wilayah studi memiliki karakteristik musim kemarau yang relatif panjang, yang berdampak langsung pada penurunan debit sumber air dan meningkatnya kerentanan terhadap krisis air bersih. Kondisi tersebut diperparah oleh keterbatasan kapasitas fiskal desa, sehingga kemampuan pemerintah desa dalam melakukan pembangunan, rehabilitasi, dan pemeliharaan infrastruktur air bersih masih sangat terbatas. Oleh karena itu, pemenuhan kebutuhan infrastruktur dasar di ketiga desa tidak hanya bergantung pada alokasi dana desa, tetapi juga pada dukungan pihak eksternal dan partisipasi aktif masyarakat.

Pembangunan infrastruktur air bersih di Desa Jelu, Desa Tengger, dan Desa Bareng dilaksanakan melalui skema kolaboratif antara program *Corporate Social Responsibility (CSR) ExxonMobil Cepu Limited (EMCL)* dan swadaya masyarakat setempat. Peran *CSR EMCL* terutama diwujudkan dalam bentuk dukungan pendanaan, fasilitasi teknis, serta penyediaan sarana prasarana utama, seperti pembangunan jaringan perpipaan, bak penampung, dan fasilitas pendukung lainnya. Sementara itu, masyarakat berkontribusi melalui swadaya tenaga, serta keterlibatan aktif dalam proses perencanaan dan pelaksanaan kegiatan.

Pendekatan pembangunan yang diterapkan menekankan partisipasi masyarakat secara menyeluruh, mulai dari tahap identifikasi kebutuhan, perencanaan teknis sederhana, pelaksanaan konstruksi, hingga pengelolaan dan pemeliharaan pasca konstruksi. Model ini diharapkan dapat meningkatkan rasa memiliki (*sense of ownership*) masyarakat terhadap infrastruktur yang dibangun, sehingga mendukung keberlanjutan layanan air bersih dalam jangka panjang.

Selain aspek teknis dan pendanaan, kondisi sosial kelembagaan masyarakat di ketiga desa juga menjadi faktor penting dalam keberhasilan penyediaan layanan air bersih. Setiap desa memiliki struktur kelembagaan lokal, seperti pemerintah desa dan kelompok pengelola sarana air bersih, yang berperan dalam pengambilan keputusan serta pengaturan distribusi air kepada masyarakat. Namun, kapasitas kelembagaan tersebut masih beragam, baik dari sisi kemampuan manajerial, pemahaman teknis, maupun pengalaman dalam mengelola infrastruktur secara berkelanjutan. Variasi kapasitas ini berpotensi memengaruhi efektivitas pengelolaan dan tingkat keberlanjutan infrastruktur air bersih yang telah dibangun.

Dari sisi lingkungan fisik, wilayah studi memiliki karakteristik topografi dan kondisi hidrogeologi yang berbeda antar desa, sehingga memengaruhi metode pengambilan dan penyaluran air bersih. Pemanfaatan sumber air tanah dangkal dan mata air lokal sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi setempat, termasuk potensi penurunan debit pada musim kemarau. Oleh karena itu, perencanaan dan pembangunan infrastruktur air bersih di ketiga desa perlu mempertimbangkan risiko lingkungan dan ketidakpastian ketersediaan air, agar sistem yang dibangun tetap mampu berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi musim.

Berdasarkan karakteristik wilayah, sosial ekonomi, serta pola pembangunan yang diterapkan, Desa Jelu, Desa Tengger, dan Desa Bareng menjadi lokasi yang relevan untuk dikaji sebagai studi kasus dalam

penelitian ini. Ketiga desa tersebut memberikan gambaran nyata mengenai tantangan, peluang, dan risiko dalam pembangunan infrastruktur air bersih berbasis kolaborasi antara pihak swasta dan masyarakat perdesaan. Dengan demikian, hasil analisis pada lokasi studi ini diharapkan dapat memberikan pembelajaran dan rekomendasi yang aplikatif bagi pengembangan kebijakan dan praktik pembangunan infrastruktur air bersih di wilayah perdesaan lainnya.



Gambar 4.1. Bangunan Tower Tandon Air Bersih di Desa Bareng, Jelu dan Tengger Kecamatan Ngasem

4.2. Analisis Risiko

4.2.1. Identifikasi Kejadian Risiko (*Risk Event*) Infrastruktur Air Bersih

Identifikasi *risk event* dalam studi kasus ini difokuskan pada kejadian-kejadian yang berpotensi mengganggu fungsi sistem penyediaan air bersih, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis, serta memiliki dampak langsung terhadap masyarakat pengguna. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan risiko secara komprehensif sebagai dasar perumusan strategi mitigasi yang tepat sasaran.

Masalah-masalah yang sering muncul selama pembangunan dan pengelolaan sistem air bersih diidentifikasi melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik infrastruktur dan praktik operasional di lapangan.

Risiko yang teridentifikasi kemudian diklasifikasikan berdasarkan kesamaan karakteristik dan disaring untuk memastikan bahwa risk event yang dicantumkan merupakan kejadian nyata (bukan asumsi) dan relevan terhadap tujuan studi kasus. Melalui proses tersebut, diperoleh sejumlah kejadian risiko utama yang secara konsisten muncul di ketiga desa lokasi studi sebagai berikut:

1. Penurunan debit air pada musim kemarau, yang menyebabkan ketidakmampuan sistem memenuhi kebutuhan air masyarakat secara berkelanjutan.
2. Kualitas air yang belum memenuhi standar kesehatan, terutama akibat karakteristik air tanah dan keterbatasan teknologi pengolahan.
3. Kerusakan jaringan pipa distribusi, baik akibat kualitas material, tekanan air, maupun faktor lingkungan.
4. Tidak optimalnya pemeliharaan pasca konstruksi, yang mengakibatkan kerusakan kecil berkembang menjadi gangguan layanan yang lebih besar.
5. Menurunnya partisipasi masyarakat dalam kegiatan pemeliharaan bersama, yang berdampak pada lambatnya penanganan kerusakan.
6. Belum berfungsinya kelompok pengelola air bersih secara optimal, sehingga pengelolaan sistem air bersih berjalan tanpa struktur organisasi dan pembagian tugas yang jelas.
7. Tidak adanya sistem pemeliharaan yang terdokumentasi, seperti SOP atau catatan operasional, yang menyebabkan pengelolaan bersifat reaktif dan tidak berkelanjutan.

Selanjutnya dilakukan penilaian risk event menggunakan skala 1–5 untuk kemungkinan terjadi (*Probability*) dan dampak (*Impact*), yang disajikan pada Tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1. Perhitungan Penilaian *Risk Event*

Kode	<i>Risk Event</i>	<i>Probability (P)</i>	<i>Impact (I)</i>	<i>Risk Score (P×I)</i>	Kategori Risiko
R1	Penurunan debit air pada musim kemarau	5	5	25	Sangat Tinggi
R2	Kualitas air tidak memenuhi standar Kesehatan	4	4	16	Sangat Tinggi
R3	Kerusakan jaringan pipa distribusi	3	3	9	Sedang
R4	Pemeliharaan pasca konstruksi tidak optimal	4	4	16	Sangat Tinggi
R5	Menurunnya partisipasi masyarakat	3	3	9	Sedang
R6	Kelompok pengelola air bersih belum berfungsi optimal	3	3	9	Sedang
R7	Tidak adanya sistem pemeliharaan terdokumentasi	4	5	20	Sangat Tinggi

(Sumber: Hasil analisis, 2025)

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko, penurunan debit air pada musim kemarau (R1) merupakan risiko dengan tingkat paling kritis, ditunjukkan oleh nilai probabilitas dan dampak yang sama-sama tinggi sehingga menghasilkan skor risiko tertinggi. Kondisi ini mencerminkan kerentanan sistem penyediaan air bersih di wilayah studi terhadap faktor iklim dan ketersediaan sumber daya alam. Ketergantungan pada sumber air tanah dangkal dan mata air lokal menyebabkan sistem sangat sensitif terhadap fluktuasi musim, khususnya pada periode kemarau panjang, yang berpotensi mengganggu kontinuitas layanan air bersih bagi masyarakat.

Risiko lain yang termasuk dalam kategori sangat tinggi adalah kualitas air yang tidak memenuhi standar kesehatan (R2). Risiko ini memiliki implikasi langsung terhadap kesehatan masyarakat, terutama bagi

kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Penurunan kualitas air dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, keterbatasan sistem penyaringan, maupun kurangnya pemantauan kualitas air secara berkala. Apabila tidak dikelola dengan baik, risiko ini tidak hanya berdampak pada aspek kesehatan, tetapi juga dapat menurunkan tingkat kepercayaan masyarakat terhadap sistem penyediaan air bersih yang telah dibangun.

Aspek keberlanjutan infrastruktur, risiko pemeliharaan pasca konstruksi yang tidak optimal (R4) serta tidak adanya sistem pemeliharaan yang terdokumentasi (R7) juga dikategorikan sebagai risiko sangat tinggi. Kedua risiko ini menunjukkan adanya kelemahan pada tahap pengelolaan dan operasional sistem air bersih. Ketiadaan prosedur pemeliharaan yang jelas dan terdokumentasi berpotensi menyebabkan kerusakan tidak terdeteksi sejak dini, sehingga mempercepat penurunan kinerja infrastruktur dan meningkatkan biaya perbaikan di masa mendatang.

Risiko dengan kategori sedang, seperti kerusakan jaringan pipa distribusi (R3), menurunnya partisipasi masyarakat (R5), dan belum berfungsinya kelompok pengelola air bersih secara optimal (R6), tetap perlu mendapat perhatian serius. Kerusakan pipa distribusi dapat menyebabkan kehilangan air dan gangguan distribusi, sementara rendahnya partisipasi masyarakat dan lemahnya kelembagaan pengelola dapat menghambat upaya pemeliharaan serta pengambilan keputusan yang responsif terhadap permasalahan di lapangan. Risiko-risiko ini saling berkaitan dan dapat memperbesar dampak risiko utama apabila tidak ditangani secara terpadu.

Secara keseluruhan, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa tantangan utama dalam penyediaan infrastruktur air bersih di lokasi studi tidak hanya bersumber dari faktor teknis dan lingkungan, tetapi juga dari aspek kelembagaan dan sosial. Dominasi risiko dengan kategori sangat tinggi menegaskan pentingnya penerapan strategi manajemen risiko yang komprehensif, mencakup upaya mitigasi teknis, penguatan kapasitas pengelola, serta peningkatan partisipasi masyarakat. Pendekatan ini

diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko secara signifikan dan mendukung keberlanjutan layanan air bersih dalam jangka panjang.

4.2.2. Analisis *House of Risk (HOR)* Fase 1

Berdasarkan hasil penilaian kejadian risiko (*risk event*) pada subbab sebelumnya, analisis dilanjutkan menggunakan metode *House of Risk (HOR)* Fase 1. Tahapan ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama risiko (*risk agent*) serta menentukan prioritas penanganan risiko berdasarkan besarnya kontribusi setiap *risk agent* terhadap total risiko sistem penyediaan air bersih perdesaan.

HOR Fase 1 menekankan bahwa mitigasi risiko yang efektif harus difokuskan pada *risk agent*, yaitu faktor-faktor penyebab yang memicu terjadinya satu atau lebih *risk event*. Dengan pendekatan ini, sumber daya mitigasi dapat diarahkan secara lebih efisien dan berdampak luas terhadap pengurangan risiko.

1. Penetapan *Risk Event* dan *Severity (Si)*

Risk event yang dianalisis pada *HOR* Fase 1 merupakan kejadian risiko yang telah diidentifikasi dan dinilai tingkat risikonya pada tahap sebelumnya. Nilai *severity (Si)* ditentukan berdasarkan skala dampak (*impact*) yang telah ditetapkan dalam penilaian *risk event*, dengan asumsi bahwa semakin besar dampak yang ditimbulkan, semakin tinggi tingkat keparahan risiko. Dengan demikian, nilai *severity (Si)* untuk setiap *risk event* ditetapkan sesuai dengan nilai *impact* masing-masing *risk event*.

2. Identifikasi *Risk Agent (Aj)*

Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan pengelola dan masyarakat, serta hasil diskusi terfokus, diidentifikasi sejumlah *risk agent* yang menjadi penyebab utama terjadinya *risk event* pada sistem penyediaan air bersih perdesaan. *Risk agent* tersebut

mencakup aspek teknis, lingkungan, sosial, dan kelembagaan, sebagaimana disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4.2. Hasil Identifikasi *Risk Agent*

Kode	Risk Agent
A1	Ketergantungan pada satu sumber air
A2	Tidak tersedianya teknologi pengolahan air sederhana
A3	Kualitas material dan instalasi jaringan pipa terbatas
A4	Tidak tersedianya SOP pemeliharaan sistem
A5	Rendahnya kapasitas teknis pengelola
A6	Lemahnya kelembagaan kelompok pengelola air bersih
A7	Menurunnya motivasi dan partisipasi masyarakat

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel agen risiko di atas menggambarkan berbagai faktor penyebab utama yang berpotensi memicu terjadinya risiko dalam sistem penyediaan air bersih di lokasi studi. Ketergantungan pada satu sumber air (A1) menjadi agen risiko yang paling mendasar karena meningkatkan kerentanan sistem terhadap perubahan musim dan penurunan debit air. Selain itu, tidak tersedianya teknologi pengolahan air sederhana (A2) serta keterbatasan kualitas material dan instalasi jaringan pipa (A3) berkontribusi terhadap menurunnya kualitas dan keandalan layanan air bersih, baik dari sisi kesehatan maupun kontinuitas distribusi.

Secara non-teknis, tidak tersedianya standar operasional prosedur pemeliharaan sistem (A4), rendahnya kapasitas teknis pengelola (A5), dan lemahnya kelembagaan kelompok pengelola air bersih (A6) menunjukkan adanya permasalahan pada aspek manajemen dan tata kelola. Kondisi ini diperparah dengan menurunnya motivasi dan partisipasi masyarakat (A7), yang berpotensi menghambat upaya pemeliharaan dan keberlanjutan sistem dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, tabel ini menegaskan

bahwa agen risiko tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan erat dengan kapasitas kelembagaan dan partisipasi sosial yang perlu diperkuat secara simultan.

4.2.3. Hubungan *Risk Event* dan *Risk Agent*

Analisis hubungan antara *risk event* (E_i) dan *risk agent* (A_j) merupakan tahapan fundamental dalam penerapan metode *House of Risk* (*HOR*) Fase 1, karena pendekatan manajemen risiko modern menekankan pentingnya identifikasi akar penyebab risiko (*root causes*) dibandingkan sekadar penanganan kejadian risiko yang bersifat simptomatik. Sejumlah studi kasus terkini menunjukkan bahwa satu kejadian risiko dapat dipicu oleh berbagai faktor penyebab yang saling berkaitan, sehingga pemetaan hubungan E_i – A_j diperlukan untuk memahami kontribusi relatif setiap risk agent terhadap terjadinya risiko secara sistemik (Pujawan & Geraldin, 2020; Mangla et al., 2021).

Keterbatasan sumber daya dalam pengelolaan infrastruktur dan sistem layanan publik menuntut adanya strategi mitigasi risiko yang tidak hanya efektif, tetapi juga terfokus dan memberikan dampak yang luas. Dalam konteks infrastruktur air bersih perdesaan, keterbatasan tersebut mencakup aspek pendanaan, kapasitas teknis, serta ketersediaan data pendukung, sehingga diperlukan pendekatan manajemen risiko yang mampu beradaptasi dengan kondisi tersebut dan tetap menghasilkan rekomendasi yang aplikatif.

Metode *House of Risk* (*HOR*) dipandang relevan untuk menjawab tantangan tersebut karena memungkinkan penilaian tingkat pengaruh antara risk agent dan risk event melalui pendekatan semi-kuantitatif berbasis penilaian pakar. Pendekatan ini menjadikan *HOR* dapat diterapkan secara andal pada situasi yang memiliki keterbatasan data historis yang lengkap, sebagaimana lazim dijumpai pada pengelolaan infrastruktur di wilayah perdesaan (Dewi et al., 2022; Susilo & Pujawan,

2023). Dengan demikian, metode ini mampu memberikan gambaran prioritas risiko yang lebih realistis sesuai kondisi lapangan.

Analisis hubungan antara *risk event* dan *risk agent* dalam studi kasus ini dilakukan untuk memastikan bahwa upaya mitigasi risiko diarahkan secara tepat sasaran. Fokus utama diarahkan pada faktor-faktor penyebab yang memiliki kontribusi terbesar terhadap munculnya risiko, sehingga strategi mitigasi yang dirumuskan diharapkan mampu mendukung keberlanjutan sistem penyediaan air bersih perdesaan secara lebih efektif dan berkelanjutan (Dewi et al., 2022; Susilo & Pujawan, 2023).

Hubungan antara *risk event* (E_i) dan *risk agent* (A_j) dinilai menggunakan skala hubungan sebagai berikut:

- 0 : Tidak terdapat hubungan
- 1 : Hubungan lemah
- 3 : Hubungan sedang
- 9 : Hubungan kuat

Hubungan antara *risk event* dan *risk agent* dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk matriks keterkaitan, di mana setiap sel matriks merepresentasikan nilai hubungan (R_{ij}) antara *risk event* ke- i dan *risk agent* ke- j . Nilai R_{ij} menggambarkan tingkat pengaruh suatu *risk agent* terhadap kemungkinan terjadinya *risk event*, sehingga matriks ini berfungsi sebagai alat analisis utama untuk memetakan keterkaitan sebab-akibat dalam sistem penyediaan air bersih perdesaan. Penyusunan matriks tersebut memungkinkan peneliti untuk melihat secara sistematis pola hubungan risiko, sekaligus mengidentifikasi *risk agent* yang berkontribusi terhadap lebih dari satu *risk event* dan berpotensi menjadi sumber risiko dominan.

Penentuan nilai R_{ij} dilakukan melalui pendekatan kualitatif-kuantitatif dengan mengacu pada hasil wawancara mendalam dengan pemangku kepentingan terkait, observasi lapangan terhadap kondisi

infrastruktur dan pengelolaannya, serta proses validasi silang antar sumber data untuk meningkatkan tingkat keandalan penilaian. Pendekatan ini memastikan bahwa nilai hubungan yang diberikan tidak hanya bersifat subjektif, tetapi juga mencerminkan kondisi aktual di lapangan. Dengan demikian, matriks hubungan *risk event* dan *risk agent* yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar yang kuat dalam proses perhitungan tingkat prioritas risiko dan perumusan strategi mitigasi yang lebih tepat sasaran..

Tabel 4.3. Matriks Hubungan *risk event* dan *risk agent*

Risk Event (Ei)	Si	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
R1	5	9	1	0	1	3	3	1
R2	4	1	9	0	1	3	1	0
R3	3	0	0	9	3	3	1	0
R4	4	1	0	1	9	9	3	3
R5	3	0	0	0	3	3	3	9
R6	3	0	0	0	3	9	9	3
R7	5	0	0	0	9	9	9	1

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 4.3 menyajikan matriks hubungan antara *risk event (Ei)* dan *risk agent (Aj)* yang digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pengaruh setiap agen risiko terhadap terjadinya peristiwa risiko dalam sistem penyediaan air bersih perdesaan. Nilai hubungan yang ditampilkan dalam tabel menggunakan skala tertentu untuk menunjukkan kuat-lemahnya pengaruh *risk agent* dalam memicu *risk event*, sedangkan nilai *severity (Si)* menunjukkan tingkat keparahan dampak dari masing-masing *risk event*. Matriks ini menjadi dasar penting dalam metode *House of Risk* karena memungkinkan analisis keterkaitan risiko secara terstruktur dan komprehensif.

Risk event R1, yaitu penurunan debit air pada musim kemarau dengan nilai *severity* tinggi, terlihat bahwa agen risiko A1 (ketergantungan pada satu sumber air) memiliki nilai hubungan paling dominan. Hal ini

menunjukkan bahwa ketergantungan terhadap satu sumber air menjadi penyebab utama terjadinya penurunan debit air. Selain itu, A5 dan A6 juga memiliki pengaruh sedang, yang mengindikasikan bahwa keterbatasan kapasitas teknis pengelola dan lemahnya kelembagaan turut memperparah dampak penurunan debit air pada kondisi tertentu.

Risk event R2 yang berkaitan dengan kualitas air yang tidak memenuhi standar kesehatan menunjukkan hubungan yang sangat kuat dengan agen risiko A2, yaitu tidak tersedianya teknologi pengolahan air sederhana. Hubungan ini menegaskan bahwa ketiadaan sistem pengolahan yang memadai menjadi faktor kunci dalam menurunnya kualitas air. Agen risiko lain, seperti A5 dan A4, memiliki pengaruh lebih rendah namun tetap relevan, karena kapasitas pengelola dan keberadaan prosedur pemeliharaan turut memengaruhi kemampuan sistem dalam menjaga kualitas air secara berkelanjutan.

Risk event R3, yaitu kerusakan jaringan pipa distribusi, agen risiko A3 menunjukkan nilai hubungan tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa keterbatasan kualitas material dan instalasi jaringan pipa merupakan penyebab utama terjadinya kerusakan tersebut. Selain itu, A4 dan A5 juga berkontribusi dalam tingkat yang lebih rendah, yang menunjukkan bahwa lemahnya sistem pemeliharaan dan keterbatasan kapasitas teknis pengelola dapat mempercepat terjadinya kerusakan jaringan distribusi air.

Hubungan antara *risk event* R4, R5, dan R6 dengan agen risiko menunjukkan dominasi faktor manajerial dan kelembagaan. R4 yang berkaitan dengan pemeliharaan pasca konstruksi memiliki hubungan yang sangat kuat dengan A4 dan A5, menandakan pentingnya keberadaan SOP serta kapasitas teknis pengelola. Sementara itu, R5 dan R6 memperlihatkan pengaruh yang signifikan dari A7 dan A6, yang mencerminkan bahwa menurunnya partisipasi masyarakat dan lemahnya kelembagaan kelompok pengelola menjadi pemicu utama permasalahan operasional dan keberlanjutan layanan air bersih.

Risk event R7, yaitu tidak adanya sistem pemeliharaan terdokumentasi dengan tingkat *severity* yang tinggi, terlihat bahwa agen risiko A4, A5, dan A6 memiliki hubungan yang sangat kuat. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketiadaan SOP, rendahnya kapasitas teknis pengelola, serta lemahnya kelembagaan merupakan faktor dominan yang saling berkaitan. Secara keseluruhan, matriks hubungan ini menegaskan bahwa selain faktor teknis, aspek kelembagaan dan manajemen memegang peranan krusial dalam menentukan tingkat risiko dan keberlanjutan sistem penyediaan air bersih perdesaan.

4.2.4. Perhitungan *Aggregate Risk Potential* (ARP)

Nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) digunakan sebagai indikator utama dalam menentukan prioritas risk agent yang perlu mendapatkan perhatian lebih dalam pengelolaan risiko. ARP menggambarkan besarnya potensi risiko kumulatif yang ditimbulkan oleh masing-masing agen risiko terhadap keseluruhan sistem, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam menetapkan fokus mitigasi risiko.

Perhitungan ARP dilakukan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara nilai *severity* (S_i) dari setiap *risk event* dan nilai hubungan (R_{ij}) yang menunjukkan tingkat pengaruh *risk agent* terhadap terjadinya *risk event* tersebut. Pendekatan ini memungkinkan penilaian yang lebih komprehensif karena mempertimbangkan tidak hanya tingkat keparahan dampak risiko, tetapi juga kekuatan hubungan sebab-akibat antara agen risiko dan peristiwa risiko.

Hasil perhitungan nilai ARP untuk setiap risk agent kemudian disajikan secara sistematis dalam Tabel 4.4. Penyajian ini bertujuan untuk memudahkan proses perbandingan antar agen risiko serta membantu peneliti dalam menetapkan urutan prioritas mitigasi risiko yang paling berdampak terhadap keberlanjutan sistem penyediaan air bersih.

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan *ARP Risk Agent*

Risk Agent	Kode	ARP
Ketergantungan pada satu sumber air	A1	50
Tidak ada teknologi pengolahan air sederhana	A2	41
Kualitas material dan instalasi pipa terbatas	A3	27
Tidak tersedia SOP pemeliharaan	A4	124
Kapasitas teknis pengelola rendah	A5	147
Kelompok pengelola air bersih lemah	A6	133
Partisipasi masyarakat menurun	A7	56

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Hasil perhitungan *Aggregate Risk Potential (ARP)* menunjukkan bahwa faktor dengan kontribusi risiko tertinggi berasal dari aspek kapasitas dan kelembagaan pengelola. Risk agent A5 (kapasitas teknis pengelola rendah) memiliki nilai ARP tertinggi, diikuti oleh A6 (Kelompok pengelola air bersih lemah) dan A4 (tidak tersedia SOP pemeliharaan). Ketiga faktor ini bersifat struktural dan sistemik, karena secara langsung memengaruhi operasional, pemeliharaan, serta kemampuan pengelola dalam menjaga keberlanjutan layanan air bersih pasca konstruksi.

Kelompok *risk agent* dengan tingkat risiko menengah mencakup A7 (partisipasi masyarakat menurun) dan A1 (ketergantungan pada satu sumber air). Penurunan partisipasi masyarakat berdampak pada melemahnya pemeliharaan berbasis gotong royong, sementara ketergantungan pada satu sumber air meningkatkan kerentanan sistem terhadap fluktuasi debit, terutama pada musim kemarau. Meskipun tidak selalu memicu gangguan layanan secara langsung, kedua faktor ini berpotensi memperbesar risiko dalam jangka panjang apabila tidak dikelola secara adaptif.

Sementara itu, *risk agent* dengan kontribusi risiko relatif rendah meliputi A2 (tidak ada teknologi pengolahan air sederhana) dan A3 (kualitas material dan instalasi pipa terbatas). Faktor-faktor ini umumnya berdampak pada aspek teknis tertentu, seperti kualitas air dan kerusakan jaringan lokal, dengan frekuensi serta dampak yang masih terbatas. Oleh

karena itu, penanganannya dapat dilakukan secara bertahap setelah risiko prioritas tinggi dan menengah ditangani melalui strategi mitigasi yang lebih komprehensif.

4.2.5. Analisis *House of Risk (HOR)* Fase 2

Tahap *House of Risk (HOR)* Fase 2 difokuskan pada penentuan strategi mitigasi risiko yang paling efektif dan efisien, berdasarkan risk agent prioritas hasil HOR Fase 1. *Risk agent* dengan nilai *Aggregate Risk Potential (ARP)* tertinggi dipilih sebagai dasar perumusan tindakan mitigasi karena memiliki kontribusi dominan terhadap terjadinya berbagai risk event. Pendekatan ini memastikan bahwa upaya mitigasi tidak tersebar pada terlalu banyak tindakan, tetapi diarahkan pada penyebab risiko yang paling kritis.

Tahap ini dirumuskan sejumlah *Preventive Action* yang secara spesifik ditujukan untuk menekan kemunculan atau dampak risk agent prioritas, khususnya yang berkaitan dengan kapasitas teknis pengelola, kelembagaan kelompok pengelola, serta ketiadaan SOP pemeliharaan. Setiap tindakan mitigasi kemudian dinilai hubungannya dengan *risk agent* menggunakan skala hubungan yang sama seperti pada *HOR* Fase 1, sehingga konsistensi penilaian tetap terjaga. Selain itu, setiap tindakan mitigasi juga dievaluasi berdasarkan tingkat kesulitan implementasi (*degree of difficulty*) yang mempertimbangkan keterbatasan sumber daya, kemampuan teknis, serta kondisi sosial masyarakat desa.

Prioritas tindakan mitigasi ditentukan melalui perhitungan *Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD)*, yaitu perbandingan antara tingkat efektivitas tindakan mitigasi dalam menurunkan risiko dengan tingkat kesulitan pelaksanaannya. Tindakan mitigasi dengan nilai ETD tertinggi diprioritaskan untuk diimplementasikan karena dinilai memberikan dampak pengurangan risiko terbesar dengan sumber daya yang relatif terbatas. Hasil HOR Fase 2 ini menjadi dasar penyusunan rekomendasi

strategis pengelolaan risiko yang adaptif dan berkelanjutan bagi sistem penyediaan air bersih perdesaan.

Berdasarkan *risk agent* prioritas hasil HOR Fase 1 (A5, A6, A4 sebagai risiko dominan), dirumuskan tindakan mitigasi yang realistis diterapkan di desa, berbiaya relatif rendah, dan sesuai dengan pendekatan partisipatif sebagai berikut:

Tabel 4.5. Daftar *Preventive Action*

Kode PA	<i>Preventive Action</i>
PA1	Pelatihan teknis pengelola air bersih (operasi, pemeliharaan, perbaikan ringan)
PA2	Penyusunan dan penerapan SOP pemeliharaan sistem air bersih
PA3	Penguatan kelembagaan kelompok pengelola air bersih (struktur, peran, administrasi)
PA4	Pendampingan manajemen dan tata kelola layanan air bersih
PA5	Sosialisasi dan revitalisasi partisipasi masyarakat dalam pemeliharaan
PA6	Penyediaan teknologi pengolahan air sederhana (filtrasi dasar)

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 4.5 menyajikan daftar *preventive action* yang dirumuskan sebagai respons terhadap agen risiko prioritas dalam pengelolaan sistem penyediaan air bersih perdesaan. Tindakan pencegahan ini dirancang untuk mengurangi kemungkinan terjadinya *risk event* maupun menekan besarnya dampak risiko yang timbul. Setiap *preventive action* disusun dengan mempertimbangkan kondisi teknis, kelembagaan, dan sosial masyarakat di lokasi studi, sehingga diharapkan dapat diimplementasikan secara realistis dan berkelanjutan.

Preventive action PA1 berupa pelatihan teknis bagi pengelola air bersih difokuskan pada peningkatan kapasitas operasional, pemeliharaan rutin, dan kemampuan melakukan perbaikan ringan. Pelatihan ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada pihak eksternal serta meningkatkan responsivitas pengelola terhadap gangguan teknis yang terjadi di lapangan. Dengan peningkatan kompetensi teknis, risiko

kerusakan infrastruktur dan gangguan layanan dapat diminimalkan sejak tahap awal.

PA2 menekankan pada penyusunan dan penerapan standar operasional prosedur (SOP) pemeliharaan sistem air bersih. Keberadaan SOP yang jelas dan terdokumentasi menjadi acuan bagi pengelola dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan secara konsisten dan terencana. Tindakan ini diharapkan mampu menurunkan risiko kelalaian pemeliharaan serta memastikan keberlangsungan fungsi infrastruktur dalam jangka panjang.

Penguatan kelembagaan kelompok pengelola air bersih melalui PA3 diarahkan pada pembenahan struktur organisasi, pembagian peran dan tanggung jawab, serta pengelolaan administrasi yang lebih tertib. Kelembagaan yang kuat menjadi fondasi penting dalam pengambilan keputusan, pengelolaan keuangan, dan koordinasi antar pihak terkait. Dengan demikian, risiko yang bersumber dari lemahnya organisasi pengelola dapat dikurangi secara signifikan.

PA4 berupa pendampingan manajemen dan tata kelola layanan air bersih bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pengelola dalam merencanakan, mengelola, dan mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh. Pendampingan ini mencakup aspek perencanaan keuangan, pencatatan operasional, serta mekanisme pelaporan dan evaluasi. Pendekatan ini diharapkan dapat mendorong terciptanya sistem pengelolaan yang lebih transparan, akuntabel, dan adaptif terhadap perubahan kondisi.

Preventive action PA5 dan PA6 berfokus pada aspek sosial dan teknis secara bersamaan. Sosialisasi dan revitalisasi partisipasi masyarakat (PA5) bertujuan untuk menumbuhkan kembali rasa memiliki dan tanggung jawab bersama terhadap infrastruktur air bersih. Sementara itu, penyediaan teknologi pengolahan air sederhana berupa filtrasi dasar (PA6) diarahkan untuk meningkatkan kualitas air agar memenuhi standar kesehatan. Kombinasi kedua tindakan ini diharapkan dapat meningkatkan

keberterimaan sistem oleh masyarakat sekaligus memperkuat keberlanjutan layanan air bersih di wilayah studi.

Berdasarkan hasil identifikasi dan perumusan *preventive action* yang telah ditetapkan, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah melakukan analisis keterkaitan antara setiap tindakan pencegahan dengan risk agent yang menjadi sumber utama risiko. Tahap ini diperlukan untuk memastikan bahwa *preventive action* yang dirancang benar-benar relevan dan mampu menekan pengaruh risk agent prioritas secara efektif. Dengan menganalisis hubungan antara *Preventive Action (PA)* dan *Risk Agent (Aj)*, penelitian ini dapat menilai sejauh mana masing-masing tindakan pencegahan berkontribusi dalam mengurangi potensi risiko, sekaligus menjadi dasar dalam penentuan strategi mitigasi yang paling tepat dan efisien.

Tabel 4.6. Hubungan *Preventive Action (PA)* – *Risk Agent (Aj)*

PA	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Total Efektivitas (Σ ARP×Hubungan)	Dk	ETD
PA1	1	1	3	3	9	3	1	$(147 \times 9) + (133 \times 3) + (124 \times 3) = 2.268$	3	756
PA2	0	0	3	9	3	3	1	$(124 \times 9) + (147 \times 3) + (133 \times 3) = 2.052$	2	1.026
PA3	0	0	1	3	3	9	3	$(133 \times 9) + (147 \times 3) + (56 \times 3) = 1.890$	3	630
PA4	1	1	1	3	9	9	1	$(147 \times 9) + (133 \times 9) + (124 \times 3) = 2.856$	4	714
PA5	1	0	0	1	3	3	9	$(56 \times 9) + (133 \times 3) + (147 \times 3) = 1.344$	2	672
PA6	0	9	1	1	1	0	0	$(41 \times 9) = 369$	3	123

(Sumber: Hasil Analisis, 2025)

Berdasarkan nilai *Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD)*, urutan prioritas mitigasi adalah:

1. PA2 – Penyusunan dan penerapan SOP pemeliharaan

2. PA1 – Pelatihan teknis pengelola air bersih
3. PA4 – Pendampingan manajemen dan tata kelola
4. PA5 – Revitalisasi partisipasi masyarakat
5. PA3 – Penguatan kelembagaan kelompok pengelola air bersih
6. PA6 – Teknologi pengolahan air sederhana

Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan non-fisik (kapasitas, SOP, kelembagaan) lebih efektif dibandingkan intervensi teknis murni dalam menurunkan risiko sistemik. Sehingga implementasi HOR Fase 2 selaras dengan pendekatan CSR EMCL yang menitikberatkan pada keberlanjutan, pemberdayaan masyarakat, dan penguatan kapasitas lokal. Program CSR EMCL dapat difokuskan pada pembiayaan dan pendampingan PA1, PA2, dan PA4, seperti fasilitasi pelatihan teknis, penyusunan SOP berbasis kondisi lokal, serta pendampingan manajemen kelompok pengelola air bersih secara berkelanjutan.

Sementara itu, swadaya masyarakat berperan penting dalam mendukung PA3 dan PA5, melalui partisipasi aktif dalam penguatan kelembagaan, pemeliharaan rutin, serta pengawasan sosial terhadap keberlanjutan layanan air bersih. Sinergi antara CSR EMCL dan swadaya masyarakat ini memungkinkan mitigasi risiko dilakukan secara kolaboratif, adaptif, dan berjangka panjang, sesuai dengan karakteristik pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan berbasis partisipasi.

4.3. Analisis tingkat partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan proyek air bersih perdesaan.

Partisipasi masyarakat merupakan faktor kunci dalam keberhasilan dan keberlanjutan proyek air bersih perdesaan, khususnya pada sistem yang dikembangkan melalui pendekatan berbasis komunitas. Dalam studi kasus ini, tingkat partisipasi masyarakat dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk menilai sejauh mana keterlibatan warga berkontribusi terhadap efektivitas pelaksanaan proyek, sekaligus hubungannya dengan

risiko sosial dan kelembagaan yang teridentifikasi dalam analisis House of Risk (HOR). Secara kuantitatif, tingkat partisipasi diukur menggunakan skoring pada setiap tahapan proyek dengan skala 1–5, di mana nilai 1 menunjukkan partisipasi sangat rendah dan nilai 5 menunjukkan partisipasi sangat tinggi. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan partisipasi masyarakat secara lebih objektif dan terukur, sehingga dapat dikaitkan secara langsung dengan risk agent yang relevan.

Hasil penilaian kuantitatif tingkat partisipasi masyarakat pada setiap tahapan proyek disajikan pada Tabel 4.7. Tabel tersebut disusun sebagai bagian dari rangkaian analisis untuk menggambarkan perkembangan dan dinamika partisipasi masyarakat sepanjang siklus proyek penyediaan air bersih perdesaan. Penyajian tabel ini didasarkan pada kebutuhan untuk menelusuri secara kronologis bagaimana keterlibatan masyarakat terbentuk sejak tahap awal perencanaan, berlanjut pada fase pelaksanaan konstruksi, hingga memasuki tahap pasca konstruksi yang menuntut komitmen jangka panjang dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem. Dengan demikian, tabel ini tidak hanya merekam tingkat partisipasi secara statis, tetapi juga merefleksikan perjalanan historis partisipasi masyarakat dari waktu ke waktu dalam konteks pelaksanaan proyek.

Secara historis, Tabel 4.7 menjadi pijakan awal untuk memahami keterkaitan antara pola partisipasi masyarakat dan munculnya risiko sosial serta kelembagaan dalam proyek air bersih perdesaan. Informasi yang tersaji di dalam tabel ini kemudian digunakan sebagai dasar analisis lanjutan dalam kerangka *House of Risk (HOR)*, khususnya dalam mengidentifikasi risk agent yang berkaitan dengan rendahnya keberlanjutan partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, tabel ini berfungsi sebagai pengantar analitis yang menjembatani antara deskripsi empiris partisipasi masyarakat dan pembahasan risiko serta strategi pengendalian yang dikembangkan pada tahap analisis berikutnya.

Tabel 4.7. Tingkat Partisipasi Masyarakat pada Setiap Tahapan Proyek Air Bersih

Tahapan Proyek	Tahapan Proyek	Tahapan Proyek	Tahapan Proyek
Perencanaan	Kehadiran musyawarah desa, penyampaian aspirasi, keterlibatan penentuan lokasi dan desain	3,6	Sedang–Cukup
Pelaksanaan Konstruksi	Swadaya tenaga, material lokal, dukungan logistik	4,1	Tinggi
Pasca Konstruksi (Pengelolaan & Pemeliharaan)	Pemeliharaan rutin, pembayaran iuran, pengawasan kinerja pengelola	2,7	Rendah–Sedang
Rata-rata		3,5	

(Sumber: Hasil analisis 2025)

Tabel tersebut menyajikan hasil analisis tingkat partisipasi masyarakat pada setiap tahapan proyek penyediaan air bersih perdesaan, yang diukur secara kuantitatif menggunakan skala penilaian 1–5. Setiap tahapan proyek dianalisis berdasarkan indikator partisipasi utama yang relevan, sehingga tabel ini memberikan gambaran komprehensif mengenai pola keterlibatan masyarakat sejak tahap perencanaan hingga pengelolaan pasca konstruksi. Informasi ini menjadi penting untuk memahami dinamika partisipasi masyarakat serta implikasinya terhadap keberlanjutan sistem air bersih yang dibangun.

Tahap perencanaan, tingkat partisipasi masyarakat memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,6 yang tergolong dalam kategori sedang–cukup. Nilai ini menunjukkan bahwa masyarakat relatif aktif dalam menghadiri musyawarah desa, menyampaikan aspirasi terkait kebutuhan air bersih, serta terlibat dalam penentuan lokasi dan desain sistem. Namun, partisipasi

tersebut masih bersifat terbatas karena lebih didominasi oleh tokoh masyarakat dan aparatur desa, sementara keterlibatan pengguna langsung dan kelompok rentan belum sepenuhnya optimal. Kondisi ini mengindikasikan adanya ruang untuk peningkatan inklusivitas dalam proses perencanaan.

Tahap pelaksanaan konstruksi menunjukkan tingkat partisipasi masyarakat tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 4,1 dan termasuk dalam kategori tinggi. Tingginya partisipasi pada tahap ini tercermin dari kontribusi masyarakat dalam bentuk swadaya tenaga, penyediaan material lokal, serta dukungan logistik selama proses pembangunan berlangsung. Keterlibatan ini memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya proyek serta memperkuat rasa memiliki masyarakat terhadap infrastruktur yang dibangun, yang secara teoritis dapat meningkatkan kepedulian terhadap keberlanjutan sistem.

Namun demikian, tingginya partisipasi pada tahap pelaksanaan konstruksi belum sepenuhnya diimbangi dengan pemahaman teknis yang memadai. Keterbatasan kapasitas teknis masyarakat berpotensi memengaruhi kualitas pekerjaan konstruksi dan meningkatkan risiko kesalahan teknis. Oleh karena itu, data pada tabel ini menunjukkan bahwa partisipasi yang tinggi secara kuantitatif perlu disertai dengan pendampingan teknis agar kontribusi masyarakat tidak hanya berdampak pada efisiensi, tetapi juga pada kualitas dan keandalan infrastruktur.

Berbeda dengan dua tahap sebelumnya, partisipasi masyarakat pada tahap pasca konstruksi, yang meliputi pengelolaan dan pemeliharaan sistem, menunjukkan penurunan yang cukup signifikan dengan nilai rata-rata sebesar 2,7 dan berada pada kategori rendah-sedang. Penurunan ini tercermin dari rendahnya keterlibatan masyarakat dalam kegiatan pemeliharaan rutin, pembayaran iuran operasional, serta pengawasan terhadap kinerja kelompok pengelola. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya tantangan serius dalam menjaga keberlanjutan layanan air bersih setelah infrastruktur mulai beroperasi.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata tingkat partisipasi masyarakat pada seluruh tahapan proyek adalah sebesar 3,5 yang menunjukkan bahwa partisipasi masih berada pada kategori fungsional. Artinya, masyarakat cenderung aktif pada tahap awal dan pelaksanaan fisik, namun keterlibatan tersebut belum berkembang menjadi partisipasi yang berkelanjutan pada tahap pengelolaan. Temuan ini menegaskan pentingnya strategi penguatan partisipasi masyarakat yang tidak hanya berfokus pada mobilisasi swadaya, tetapi juga pada peningkatan kapasitas, penguatan kelembagaan, dan integrasi peran masyarakat dalam sistem pengelolaan air bersih jangka panjang.

4.4. Model Integrasi Manajemen Risiko dan Partisipasi Masyarakat dalam Pembangunan Infrastruktur Air Bersih Perdesaan Berbasis Keberlanjutan

Model integrasi yang dirumuskan dalam studi kasus ini bertujuan untuk menghubungkan manajemen risiko secara sistematis dengan partisipasi masyarakat yang berkelanjutan dalam seluruh siklus pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan. Pendekatan ini dikembangkan sebagai respons terhadap berbagai permasalahan keberlanjutan yang sering muncul akibat lemahnya pengelolaan risiko dan rendahnya keterlibatan masyarakat pasca konstruksi. Oleh karena itu, model ini diarahkan untuk memastikan bahwa setiap tahapan pembangunan tidak hanya berfokus pada pencapaian output fisik, tetapi juga pada ketahanan sistem dalam jangka panjang.

Model ini menempatkan masyarakat tidak sekadar sebagai penerima manfaat, melainkan sebagai aktor kunci dalam proses pengendalian risiko teknis, sosial, dan kelembagaan. Keterlibatan masyarakat sejak tahap awal memungkinkan terjadinya proses pembelajaran bersama, peningkatan rasa memiliki, serta penguatan tanggung jawab kolektif terhadap infrastruktur air bersih yang dibangun. Dengan posisi tersebut, masyarakat berperan aktif dalam mengidentifikasi

potensi permasalahan, mendukung pengambilan keputusan, serta menjaga keberlanjutan layanan melalui pengelolaan yang partisipatif.

Model integrasi ini dibangun atas prinsip pertama, yaitu manajemen risiko proaktif. Prinsip ini menekankan pentingnya identifikasi, analisis, dan prioritas risiko sejak tahap perencanaan dengan menggunakan metode *House of Risk (HOR)*. Melalui pendekatan ini, risk agent yang memiliki potensi paling besar terhadap kegagalan sistem dapat dikenali lebih awal, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat dirancang secara terarah dan efisien sebelum risiko tersebut berkembang menjadi permasalahan nyata.

Prinsip kedua adalah partisipasi masyarakat berbasis kapasitas, yang menekankan bahwa keterlibatan masyarakat harus diiringi dengan penguatan pengetahuan, keterampilan teknis, serta kelembagaan lokal. Partisipasi yang bersifat simbolik atau hanya berfokus pada swadaya tenaga dinilai tidak cukup untuk menjamin keberlanjutan sistem. Oleh karena itu, model ini mendorong adanya proses pendampingan, pelatihan, dan penguatan organisasi pengelola agar masyarakat mampu berperan secara efektif dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem air bersih.

Prinsip ketiga adalah keberlanjutan sistem, yang mencakup keberlanjutan teknis, kelembagaan, sosial, dan pendanaan. Model ini menekankan keterkaitan antar aspek tersebut sebagai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Keberlanjutan teknis tidak akan tercapai tanpa dukungan kelembagaan yang kuat, sementara keberlanjutan sosial dan pendanaan sangat bergantung pada tingkat partisipasi dan komitmen masyarakat. Dengan demikian, model integrasi ini diharapkan mampu menjadi kerangka operasional yang komprehensif dalam mendukung pengelolaan air bersih perdesaan yang tangguh dan berkelanjutan.

Model integrasi terdiri atas empat komponen utama yang saling berhubungan:

1. Identifikasi dan Analisis Risiko (HOR Fase 1)
Risiko teknis, sosial, dan kelembagaan diidentifikasi melalui pemetaan *risk event* dan *risk agent*. Hasil analisis ini menentukan faktor-faktor dominan yang mengancam keberlanjutan sistem air bersih perdesaan.
2. Perumusan Strategi Mitigasi Risiko (HOR Fase 2)
Risk agent prioritas ditangani melalui tindakan mitigasi (*preventive action*) yang menitikberatkan pada peningkatan kapasitas teknis pengelola, penyusunan SOP pemeliharaan, dan penguatan kelembagaan kelompok pengelola air bersih.
3. Penguatan Partisipasi Masyarakat Berbasis Risiko
Partisipasi masyarakat diukur menggunakan pendekatan risiko ($R = P \times I$), sehingga tingkat keterlibatan masyarakat dapat dikaitkan langsung dengan potensi risiko sosial. Strategi partisipasi disesuaikan dengan kategori partisipasi (rendah–sangat tinggi) dan diarahkan untuk memperkuat peran masyarakat pada tahap pengelolaan pasca konstruksi.
4. Keberlanjutan Sistem Air Bersih Perdesaan
Integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat menghasilkan sistem pengelolaan air bersih yang adaptif, dengan indikator keberlanjutan meliputi kontinuitas layanan, kualitas air, kinerja kelembagaan, dan kemandirian pembiayaan operasional.

Model integrasi yang dikembangkan dalam penelitian ini memberikan kerangka konseptual untuk mentransformasikan pendekatan pembangunan air bersih perdesaan dari yang semula berorientasi pada penyelesaian proyek fisik menjadi pendekatan yang menekankan sistem pengelolaan dan keberlanjutan jangka panjang. Melalui integrasi antara manajemen risiko dan partisipasi masyarakat, setiap tahapan pembangunan tidak hanya difokuskan pada pencapaian output infrastruktur, tetapi juga

pada pengendalian potensi risiko teknis, sosial, dan kelembagaan yang dapat memengaruhi kinerja sistem air bersih setelah proyek selesai.

Penerapan model ini memungkinkan penekanan risiko kegagalan, baik yang bersumber dari aspek teknis seperti kerusakan infrastruktur dan keterbatasan kapasitas operasi, maupun dari aspek nonteknis seperti lemahnya kelembagaan pengelola dan menurunnya partisipasi masyarakat. Keterlibatan masyarakat yang diintegrasikan secara sistematis dalam kerangka manajemen risiko mendorong tumbuhnya rasa memiliki, tanggung jawab bersama, serta komitmen terhadap pemeliharaan dan keberlanjutan layanan air bersih. Dengan demikian, model ini tidak hanya berfungsi sebagai alat mitigasi risiko, tetapi juga sebagai instrumen penguatan kapasitas sosial dan kelembagaan di tingkat lokal.

Secara konseptual dan operasional, model integrasi ini bersifat adaptif dan fleksibel sehingga memungkinkan untuk direplikasi pada wilayah perdesaan lain yang memiliki karakteristik sosial, teknis, dan kelembagaan yang relatif serupa. Alur implementasi model dirancang untuk dapat disesuaikan dengan kondisi lokal tanpa menghilangkan prinsip dasar integrasi antara manajemen risiko dan partisipasi masyarakat. Oleh karena itu, uraian selanjutnya menyajikan alur implementasi model integrasi secara operasional sebagai pedoman penerapan pada konteks studi kasus maupun wilayah lain yang sejenis.



Gambar 4.2. Alur implementasi model integrasi secara operasional

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Hasil penerapan metode *House of Risk (HOR)* menunjukkan bahwa risiko dominan dalam pembangunan infrastruktur air bersih perdesaan di Desa Jelu, Desa Tengger, dan Desa Bareng tidak hanya berasal dari aspek teknis, tetapi terutama dipicu oleh faktor kelembagaan dan kapasitas pengelola. Risk agent prioritas dengan nilai *Aggregate Risk Potential (ARP)* tertinggi meliputi rendahnya kapasitas teknis pengelola, lemahnya kelembagaan kelompok pengelola air bersih, serta ketiadaan standar operasional prosedur (SOP) pemeliharaan. Temuan ini menegaskan bahwa keberlanjutan sistem air bersih perdesaan sangat bergantung pada penguatan tata kelola dan sumber daya manusia, bukan semata pada kualitas infrastruktur fisik.
2. Partisipasi masyarakat dalam proyek air bersih perdesaan terbukti berperan penting terutama pada tahap perencanaan dan pelaksanaan konstruksi melalui kontribusi swadaya yang meningkatkan efisiensi biaya dan rasa kepemilikan, namun masih bersifat terbatas dan belum inklusif, khususnya bagi perempuan dan rumah tangga pengguna, serta belum didukung kapasitas teknis yang memadai. Pada tahap pasca konstruksi, tingkat partisipasi cenderung menurun sehingga memicu meningkatnya risiko sosial dan kelembagaan sebagaimana teridentifikasi dalam analisis HOR. Secara keseluruhan, partisipasi masyarakat masih berada pada kategori partisipasi fungsional, aktif pada tahap awal tetapi belum berkelanjutan dalam pengelolaan jangka panjang, sehingga diperlukan strategi penguatan kapasitas dan kelembagaan lokal agar partisipasi masyarakat dapat terintegrasi secara berkelanjutan dalam sistem pengelolaan air bersih perdesaan.
3. Model integrasi manajemen risiko dan partisipasi masyarakat yang dirumuskan dalam studi kasus ini menunjukkan bahwa pendekatan

pembangunan air bersih perdesaan berbasis keberlanjutan memerlukan keterpaduan antara analisis risiko (HOR), penguatan kapasitas kelembagaan, dan pengelolaan partisipasi masyarakat secara terarah. Integrasi ini memungkinkan perumusan strategi mitigasi yang lebih efektif, khususnya melalui sinergi antara program CSR EMCL dan swadaya masyarakat. Model tersebut menegaskan bahwa keberlanjutan sistem air bersih perdesaan hanya dapat dicapai apabila manajemen risiko dan partisipasi masyarakat ditempatkan sebagai satu kesatuan dalam seluruh siklus pembangunan dan pengelolaan infrastruktur.

5.2. Saran

- a. Diharapkan proyek pembangunan infrastruktur perdesaan berbasis partisipasi masyarakat dapat menerapkan pendekatan House of Risk (HOR) secara konsisten, sehingga risiko teknis maupun non-teknis dapat diidentifikasi lebih awal dan tindakan mitigasi dapat dilakukan secara tepat sasaran
- b. Partisipasi masyarakat sebaiknya ditingkatkan secara inklusif, terutama melibatkan kelompok perempuan dan rumah tangga pengguna, untuk memperkuat rasa kepemilikan terhadap infrastruktur dan mendukung keberlanjutan pengelolaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Armitage, D., Berkes, F., & Doubleday, N. (Eds.). (2009). *Adaptive Co-Management: Collaboration, Learning, and Multi-Level Governance*. UBC Press
- Arnstein, S. R. (2019). A Ladder of Citizen Participation Revisited. *Journal of Community Development*, 54(2), 120–133.
- Aven, T. (2016). Risk assessment and risk management: Review of recent advances on their foundation. *European Journal of Operational Research*, 253(1), 1–13.
- Dewi, R. S., Nugroho, S., & Pujawan, I. N. (2022). Application of House of Risk for risk prioritization in public infrastructure projects. *Sustainability*, 14(9), 5123.
- Duijm, N. J., (2015). “Recommendations on the use and design of risk matrices”. publication in Safety Science 2015-02-22. Journal reference: SAFETY3016.
- Ferdiati, R., Demartoto, A., & Utami, T. (2024). Analisis Partisipasi Masyarakat dan Manfaat Program PAMSIMAS. *Jurnal Kaganga*, 8(1), 45–55.
- Geels, F. W. (2018). Disruption and innovation in socio-technical systems: A multi-level perspective. *Research Policy*, 47(8), 1438–1451.
- Gohar A, S. Khanzadi M. Jalal M. P. dan Javid A. A. S. (2009). “Construction Projects Risk Assessment Based on Fuzzy AHP”. *Proceeding of 2009 student conference on research and development (SCOREd 2009)*. 16-18 November 2009. UPM Serdang. Malaysia.
- Harita, H. (2025). Optimalisasi Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi untuk Meningkatkan Efisiensi Waktu dan Pengendalian Biaya. *Jurnal Studi kasus Balitbangda Lampung*, 7(1).
- Hidayat, A. (2021). Pengelolaan Air Bersih Perdesaan Berkelanjutan di Indonesia: Perspektif Sosial-Teknis. *Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan*, 7(2), 101–115.
- Hillson, D. (2019). *Practical Project Risk Management: The ATOM Methodology (3rd ed.)*. Management Concepts Press.

- Hollnagel, E. (2017). *Safety-II in Practice: Developing the Resilience Potentials*. Routledge.
- International Organization for Standardization. (2018). *ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines*. ISO.
- Mangla, S. K., Kumar, P., & Barua, M. K. (2021). Risk analysis in infrastructure systems using integrated risk management approaches. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124703.
- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2020). House of risk model for proactive risk management: Recent developments and applications. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 36(2), 129–146.
- PMI. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) – 7th Edition*. Project Management Institute.
- Rahmawati, N., & Santosa, D. (2022). Collaborative Water Governance for Rural Sustainability in Indonesia. *Journal of Environmental Policy*, 12(4), 221–239.
- Rodhi, N. N., Anwar N dan Wiguna IPA. (2018). A review on disaster risk mitigation in the oil and gas project. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol.106, No.1
- Rodhi, N. N. (2022). Risk Analysis of Surabaya–Bojonegoro Highway Improvement Project Based on Fuzzy Logic. *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*. Vol 7, No.1
- Rodhi, N. N. (2023). Menentukan Level Risiko Proyek Infrastruktur Perdesaan di Kabupaten Bojonegoro. *DEARSIP: Journal of Architecture and Civil*, 3(2), 67–73.
- Rodhi, N. N. (2024). Perencanaan Manajemen Proyek dalam Meningkatkan Efektivitas Kinerja Sumber Daya Manusia di Bojonegoro. *DEARSIP*, 4(1), 25–32.
- Rodhi, N. N. (2024). Community Satisfaction Index in the Livable Home Program by EMCL in Bojonegoro, East Java. *Engineering and Technology Journal*, 9(1).

- Rodhi, N. N., dan Sholahuddin, M. (2024). Edukasi Masyarakat Peduli Air Bersih: Program Pemberdayaan di Desa Pejok, Bojonegoro. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 8(3), 134–140.
- Rodhi, N. N., dan Aulady M. F. N., (2025). Measuring Workers' Productivity in the Rural Infrastructure Construction Project Using the Historical Experience Method. *SSRG International Journal of Civil Engineering*. Vol 12, No.5
- Susilo, D., & Pujawan, I. N. (2023). Managing operational risk in community-based infrastructure systems using House of Risk. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 86, 103559.
- Swasanti, I., Wulandari, S., & Pradana, D. (2024). Good Governance dalam Pengelolaan Keuangan Desa di Kecamatan Kapas, Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Administrasi Publik Unigoro*, 2(1).
- UN-Water. (2020). *World Water Development Report 2020: Water and Climate Change*. UNESCO.
- Zhang, M., Zhu, M., & Zhao, X. (2020). Recognition of High-Risk Scenarios in Building Construction Based on Image Semantics. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 34(4), 04020019. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)cp.1943-5487.0000900](https://doi.org/10.1061/(asce)cp.1943-5487.0000900)

BUKTI SUBMIT

The screenshot displays a Gmail interface with two email threads. The top thread is from Nova Nevila to IJCE, dated Feb 15, 2023, at 07:55. The email content includes a greeting to the editor, a request to consider a manuscript titled "Integrating Community-Based Risk Management Into Rural Infrastructure Development: A house of Risk Framework", and a thank you note. The sender is identified as Dr. Nova Nevila Rodhi, S.T., M.T. from Universitas Bojonegoro, Indonesia. Two attachments are listed as scanned by Gmail. The bottom thread is from IJCE Journal, dated Feb 17, 2023, at 14:10. The message states that the initial editorial review of the article has been completed. The sender is identified as Nova Nevila, and the recipient is IJCE. The email includes a "Balas" (Reply) button and a "Teruskan" (Forward) button.