

Analisis Risiko Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Irigasi BBWS Citarum

Gerry Androw Pratama Putra^{1*}, I Putu Artama Wiguna²

¹⁻²Program Studi Manajemen Proyek Konstruksi, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Indonesia

Corresponding Author's e-mail : gerryandrow@gmail.com

ARMADA
JURNAL PENELITIAN MULTIDISIPLIN

e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 09 September, 2026

Page: 5886-5893

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i9.3791>

Article History:

Received: Juli 03, 2026

Revised: Agustus 18, 2026

Accepted: September 19, 2026

Abstract : *Irrigation projects are generally executed across expansive and geographically diverse areas, featuring long canal networks, involving multiple stakeholders, and requiring the continuous delivery of irrigation services to local communities during construction. These characteristics inherently expose irrigation projects to a relatively high degree of uncertainty and risk. Consequently, the application of systematic risk management is essential to identify and analyze potential risks that could compromise the successful implementation of irrigation infrastructure projects. This study aims to analyze high-level risks in the Local Government Main Network Improvement and Rehabilitation Project at the Citarum Major River Basin Center (BBWS Citarum) using the Probabilistic Impact Matrix (PIM) method. The findings identified 30 relevant risk variables, of which 24 were categorized into the 'Very High' risk level.*

Keywords : *Risk Identification; Risk Assessment; Probability Impact Matrix*

Abstrak : Proyek irigasi umumnya dilaksanakan pada area yang luas dan tersebar dengan kondisi geografis yang beragam, memiliki jaringan saluran yang panjang, melibatkan berbagai pemangku kepentingan, serta harus tetap menjaga keberlangsungan layanan irigasi bagi masyarakat selama proses pembangunan berlangsung. Karakteristik tersebut menyebabkan proyek irigasi memiliki tingkat ketidakpastian dan risiko yang relatif tinggi. Oleh karena itu, diperlukan penerapan manajemen risiko yang sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai risiko yang berpotensi mengganggu keberhasilan pelaksanaan proyek infrastruktur irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko tinggi yang terjadi pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Penelitian ini menggunakan metode Probabilistic Impact Matrix (PIM) untuk menganalisis risiko tinggi pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Penelitian menunjukkan 30 variabel yang relevan dengan Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum dengan 24 risiko yang termasuk dalam risiko dengan tingkat risiko "Sangat Tinggi".

Kata Kunci : Identifikasi Risiko; Analisis Risiko; Probability Impact Matrix.

PENDAHULUAN

Karakteristik infrastruktur irigasi yang umumnya dilaksanakan pada area yang luas dan tersebar, kondisi geografis yang beragam, memiliki jaringan saluran yang panjang, faktor hidrologi, melibatkan berbagai pemangku kepentingan, serta harus tetap menjaga keberlangsungan layanan irigasi bagi masyarakat selama proses pembangunan berlangsung menyebabkan proyek infrastruktur irigasi memiliki kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan banyak proyek konstruksi lainnya (Armandoko dkk., 2023; Ghaleb dkk., 2022; Nallaperuma-arachchige dkk., 2022). Tingginya kompleksitas tersebut menyebabkan proyek infrastruktur irigasi rentan terhadap berbagai ketidakpastian dan risiko yang dapat memengaruhi pencapaian sasaran biaya, waktu, mutu, dan fungsi layanan yang diharapkan (Yadav dan Paul, 2024; Wijaya dan Machfudiyanto, 2024). Menurut Redicker dkk. (2022), terdapat 83% proyek irigasi dari 147 yang dinilai memiliki kinerja dibawah target akibat kurangnya pengelolaan risiko dan pengawasan pasca proyek. Kompleksitas pekerjaan proyek irigasi dapat menyebabkan banyak potensi risiko.

Risiko merupakan fenomena yang melekat pada proyek konstruksi karena adanya ketidakpastian yang dapat menghambat keberhasilan penyelesaian proyek (Aung dkk., 2023). Pada proyek irigasi, risiko tidak hanya berdampak pada proses konstruksi, tetapi juga berpotensi mengganggu distribusi air dan produktivitas pertanian yang menjadi tujuan utama pembangunan infrastruktur tersebut. Oleh karena itu, pengelolaan risiko menjadi semakin penting karena ketidakmampuan mengendalikan risiko sering kali menyebabkan keterlambatan pekerjaan, pembengkakan biaya, penurunan mutu konstruksi, serta tidak tercapainya target layanan yang direncanakan (Yadav dan Paul., 2024). Dengan demikian, penerapan manajemen risiko yang sistematis diperlukan untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan mengendalikan berbagai risiko yang berpotensi mengganggu keberhasilan pelaksanaan proyek infrastruktur irigasi (Aung dkk., 2023).

Kebutuhan untuk menganalisis risiko tersebut menjadi relevan pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Citarum yang merupakan bagian dari implementasi Instruksi Presiden Nomor 2 Tahun 2025 tentang percepatan pembangunan, peningkatan, rehabilitasi, serta operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi. Dalam pelaksanaannya, proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum menghadapi berbagai risiko yang berpotensi memengaruhi pencapaian sasaran proyek. Salah satu risiko yang perlu mendapat perhatian adalah risiko teknis yang berkaitan dengan perbedaan antara kondisi aktual lapangan dan asumsi yang digunakan pada tahap perencanaan. Ketidakesesuaian tersebut berpotensi menyebabkan perubahan desain, penyesuaian metode pelaksanaan, maupun penambahan volume pekerjaan yang berdampak pada kebutuhan sumber daya proyek (Goffart dan Woloszyn, 2021).

Faktor lingkungan menjadi sumber ketidakpastian yang sulit dikendalikan selama masa pelaksanaan konstruksi. Variasi kondisi cuaca dapat memengaruhi produktivitas pekerjaan, keamanan aktivitas konstruksi, serta aksesibilitas menuju lokasi pekerjaan (Šopi, 2025). Gangguan lingkungan yang terjadi secara berulang berpotensi menyebabkan penurunan efektivitas pemanfaatan sumber daya dan keterlambatan penyelesaian pekerjaan (Schuldt dkk., 2021). Mengingat sebagian pekerjaan pembangunan irigasi dilaksanakan pada area terbuka yang sangat dipengaruhi kondisi alam, risiko lingkungan menjadi salah satu faktor yang perlu dianalisis secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko tinggi yang terjadi pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Penelitian ini menggunakan metode *Probabilistic Impact Matrix* (PIM) untuk menganalisis risiko tinggi pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian studi kasus pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum dengan pendekatan metode kualitatif.

Pendekatan kualitatif digunakan pada tahap identifikasi variabel risiko, validasi variabel risiko. Sementara itu, pendekatan kuantitatif digunakan pada tahap *risk assessment* dengan *Probability Impact Matrix* (PIM). Data berupa variabel risiko dan penilaian risiko yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan berbagai cara. Variabel risiko diperoleh dari studi literatur yang kemudian *discreening* menggunakan menggunakan cara wawancara semi terstruktur. Sedangkan penilaian risiko diperoleh dengan cara wawancara semi-terstruktur yang dilakukan kepada pihak penyedia jasa dari Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum.

Responden penelitian dipilih menggunakan metode *purposive sampling*. Kriteria responden pada penelitian ini adalah personel yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek dan memiliki pengalaman dalam pengelolaan risiko proyek konstruksi. Penelitian ini melibatkan enam responden yang menempati jabatan manajer pada pihak penyedia jasa. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap. Pertama, dilakukan studi literatur untuk mencari variabel risiko dari penelitian terdahulu terkait proyek irigasi. Kedua, variabel risiko yang terkumpul kemudian dilakukan sintesis untuk memperoleh variabel risiko yang akan digunakan. Kemudian dilakukan penilaian relevansi variabel risiko oleh responden penelitian. Langkah selanjutnya, dilakukan penilaian risiko dengan menggunakan *Probability Impact Matrix* (PIM) untuk memperoleh tingkat prioritas risiko. Terakhir, risiko yang sudah dinilai menggunakan *Probability Impact Matrix* (PIM) kemudian diurutkan berdasarkan *risk score* terbesar ke terkecil untuk memperoleh risiko terbesar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan responden yang menempati jabatan manajer dengan pengalaman kerja lebih dari lima belas tahun dalam pengelolaan risiko proyek konstruksi. Melalui studi literatur, diperoleh 43 risiko yang terkait dengan Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Dari 43 variabel risiko, kemudian peneliti melakukan penilaian relevansi variabel risiko untuk memperoleh variabel risiko yang relevan dengan Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Setelah melalui tahap penilaian relevansi, terdapat 30 variabel risiko yang dapat terjadi pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Dari 30 risiko yang telah diperoleh relevansinya, terdapat risiko yang sudah terjadi pada proyek dan risiko yang belum terjadi. Oleh karena itu, peneliti membagi risiko kedalam dua kategori, yaitu : risiko yang sudah terjadi dan risiko yang belum terjadi.

Pada penilaian risiko yang sudah terjadi, nilai probabilitas yang diterapkan adalah nilai yang berdasarkan *actual occurence*, yaitu kondisi ketika suatu peristiwa risiko telah benar-benar terjadi. Dikarenakan kejadian tersebut sudah terjadi, probabilitas variabel risiko dianggap mencapai derajat kepastian yang tertinggi. Oleh karena itu, pada penelitian ini nilai probabilitas *actual occurence* ditetapkan sebesar 5, yang merupakan nilai tertinggi pada skala penilaian yang digunakan berupa skala Likert 1 s.d. 5. Sedangkan untuk risiko yang belum terjadi, nilai probabilitas diperoleh berdasarkan rata-rata hasil penilaian yang diberikan oleh respon penelitian untuk setiap variabel risiko. Pendekatan ini digunakan karena risiko masih bersifat probabilistik dan merepresentasikan persepsi responden terhadap variabel risiko tersebut.

Sementara itu, untuk penilaian terhadap dampak biaya dan waktu, penelitian ini menggunakan nilai dampak tertinggi yang diberikan oleh responden pada tiap variabel risiko. Pendekatan ini bertujuan untuk merepresentasikan konsekuensi terburuk yang berpotensi muncul ketika risiko tersebut terjadi. Penilaian risiko terangkum pada Tabel 1. Perangkingan yang disajikan dalam Tabel 1 diurutkan berdasarkan risiko yang memiliki *risk score* dari yang tertinggi ke yang terendah. Hasil perhitungan *risk score* menunjukkan bahwa terdapat beberapa variabel risiko yang memiliki *risk score* yang sama. Oleh karena itu, untuk menentukan urutan peringkat tersebut, dilakukan perbandingan berdasarkan hasil kali dari probabilitas dengan rata-rata dampak yang diperoleh dari penilaian responden proyek terhadap setiap variabel risiko. Sehingga diperoleh ranking risiko seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian risiko

Kode	Risiko	Probabilitas	Dampak Biaya	Dampak Waktu	Dampak Tertinggi	Risk Score	Tingkat Risiko	Ranking
Penilaian risiko yang sudah terjadi								
A	Manajemen							
A2	Kesalahan komunikasi antar pihak proyek	5,0	3,0	4,0	4,0	20	Sangat Tinggi	19
B	Desain dan Teknis							
B1	Keterlambatan persetujuan gambar kerja, dokumen desain, dan material proyek	5,0	3,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	13
B2	Perencanaan proyek yang tidak rinci, studi kelayakan yang tidak memadai, estimasi yang tidak akurat, ketidaklengkapan dokumen desain	5,0	3,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	13
B3	Perubahan desain, revisi dokumen desain, dan perubahan pekerjaan selama pelaksanaan	5,0	3,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	13
C	Konstruksi							
C1	Kekurangan tenaga kerja terampil	5,0	3,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	17
C4	Produktivitas tenaga kerja yang rendah	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	12
C5	Keterlambatan pengiriman material	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	16
C6	Kelangkaan material konstruksi	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	3
C7	Keterbatasan pemasok dan sumber material	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	11
D	Keuangan							
D1	Keterlambatan pencairan dana proyek	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	6
D4	Permasalahan likuiditas dan kendala keuangan proyek maupun kontraktor	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	10
D5	Peningkatan biaya operasional	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	6
E	Lingkungan							
E1	Kesulitan akses proyek	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	2
E2	Kondisi lapangan berbeda dari asumsi perencanaan	5,0	5,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	6
E3	Permasalahan geoteknik, geologi, dan topografi lokasi proyek	5,0	5,0	4,0	5,0	25	Sangat Tinggi	3
E6	Perubahan iklim dan cuaca ekstrem	5,0	4,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	3
E7	Bencana alam	5,0	5,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	1

Kode	Risiko	Probabilitas	Dampak Biaya	Dampak Waktu	Dampak Tertinggi	Risk Score	Tingkat Risiko	Ranking
I	Temuan Variabel Risiko							
I1	Jarak lokasi stok material ke lokasi proyek	5,0	5,0	5,0	5,0	25	Sangat Tinggi	6
Penilaian risiko yang belum terjadi								
A	Manajemen							
A5	Tanggung jawab, kewenangan, dan struktur organisasi yang tidak efektif	2,3	2,0	5,0	5,0	11,67	Tinggi	28
B	Desain dan Teknis							
B4	Kompleksitas desain dan tantangan rekayasa proyek	3,2	4,0	5,0	5,0	15,83	Sangat Tinggi	26
B6	Kualitas pekerjaan konstruksi tidak memenuhi spesifikasi	3,2	3,0	5,0	5,0	15,83	Sangat Tinggi	22
C	Konstruksi							
C3	Kinerja kontraktor dan subkontraktor yang tidak optimal	2,8	4,0	5,0	5,0	14,17	Tinggi	27
C8	Kerusakan peralatan	1,7	3,0	3,0	3,0	5	Sedang	30
D	Keuangan							
D2	Keterlambatan pembayaran proyek	4,0	3,0	5,0	5,0	20	Sangat Tinggi	18
D3	Keterbatasan atau kesulitan memperoleh pendanaan proyek	3,7	4,0	5,0	5,0	18,33	Sangat Tinggi	20
E	Lingkungan							
E5	Variabilitas debit sungai, curah hujan, dan evapotranspirasi	4,0	4,0	5,0	5,0	20	Sangat Tinggi	21
E9	Kondisi hidrologi, hidrogeologi, dan aliran air yang tidak menguntungkan	3,3	4,0	4,0	4,0	13,33	Tinggi	23
F	Keselamatan							
F1	Kurangnya perhatian terhadap keselamatan dan Kesehatan kerja (K3)	3,3	3,0	4,0	4,0	13,33	Tinggi	23
G	Sosial							
G2	Konflik kepemilikan lahan dan penolakan masyarakat terhadap pembebasan lahan	2,5	2,0	5,0	5,0	12,50	Tinggi	29
H	Legal							
H1	Keterlambatan persetujuan perizinan dan administrasi	3,3	4,0	5,0	5,0	16,67	Sangat Tinggi	23

Sumber: Olahan peneliti, 2026

Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode *Probabilistic Impact Matrix* (PIM) yang disajikan pada Tabel 1, diketahui bahwa dari 30 risiko yang dinyatakan relevan, sebanyak 24 variabel risiko dikategorikan kedalam kategori sangat tinggi, lima variabel risiko termasuk kategori

tinggi, dan sisanya merupakan kategori sedang. Risiko-risiko pada kategori ini memerlukan perhatian dan penanganan karena berpotensi memberikan dampak yang cenderung tinggi yang mampu mempengaruhi capaian sasaran proyek. Hasil penilaian risiko pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum menunjukkan bahwa sebagian besar variabel berada pada tingkat risiko sangat tinggi. Kondisi tersebut membuktikan bahwa proyek irigasi memiliki tingkat ketidakpastian yang relatif besar dibandingkan proyek konstruksi lainnya. Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa lima risiko tertinggi adalah bencana alam, kesulitan akses proyek, kelangkaan material konstruksi, peningkatan biaya operasional, dan kondisi lapangan yang berbeda dari asumsi perencanaan.

Bencana Alam

Temuan bencana alam sebagai risiko tertinggi sesuai dengan penelitian (Wu dkk., 2022) yang menyatakan bahwa ketidakpastian hidrologi menjadi faktor utama yang mempengaruhi reliabilitas sistem irigasi. Variabel curah hujan, debit sungai, dan perubahan kondisi hidrologi menyebabkan meningkatnya probabilitas gangguan terhadap fungsi jaringan irigasi. Pada tahap konstruksi, bencana alam seperti longsor dan banjir dapat menyebabkan kerusakan terhadap progres pekerjaan yang telah dibangun, menghambat mobilisasi, serta menyebabkan pekerjaan tambahan untuk memperbaiki kondisi lapangan. Selain itu, Nguyen dkk. (2023) mengatakan bahwa faktor keterlambatan proyek irigasi di Vietnam menunjukkan bahwa faktor lingkungan dan kondisi alam merupakan salah satu penyebab utama keterlambatan proyek karena berpotensi mengurangi produktivitas pekerja dan menghentikan pekerjaan sementara. Sejalan dengan pernyataan tersebut, Abdaljader dan Günal (2022) mengidentifikasi risiko eksternal sebagai salah satu penyebab keterlambatan pada tahap desain dan konstruksi proyek irigasi di Turki. Faktor alam dan lingkungan yang sukar dikendalikan menjadi faktor penyebabnya.

Kesulitan Akses Proyek

Kesulitan akses lokasi proyek menjadi risiko dominan karena lokasinya berada di daerah terpencil dengan kondisi topografi yang terjal, keterbatasan ruang jalan akses dan jalan akses yang rusak. Kondisi tersebut menyebabkan tidak efisiennya mobilisasi pekerja maupun material sehingga berpotensi dapat meningkatkan durasi pelaksanaan proyek. Hasil ini sesuai dengan penelitian Nguyen dkk. (2023) yang mengidentifikasi akses menuju lokasi proyek sebagai salah satu penyebab keterlambatan utama pembangunan proyek irigasi di Vietnam. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa keterbatasan infrastruktur jalan akses mempengaruhi pengiriman material dan mobilisasi material dan alat berat. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Abdaljader dan Günal (2022) yang menyatakan bahwa kondisi lokasi proyek merupakan faktor penting yang dapat menyebabkan keterlambatan pada proyek irigasi di Turki. Risiko kesulitan akses proyek menunjukkan bahwa keberhasilan proyek irigasi bergantung dengan kesiapan infrastruktur pendukung dan efektivitas pengelolaan logistik proyek.

Kelangkaan Material Konstruksi

Risiko kelangkaan material konstruksi dapat ditemukan pada penelitian (Abdaljader & Günal, 2022) yang mengidentifikasi kelangkaan peralatan sebagai salah satu kategori risiko penyebab keterlambatan pada proyek irigasi di Turki. Temuan terkait dengan risiko kelangkaan material juga dapat ditemukan pada penelitian Denise dkk. (2022) terkait keterbatasan ketersediaan sumber daya proyek sebagai salah satu risiko utama. Penelitian tersebut merekomendasikan agar risiko pasokan material sebagai komponen penting dalam pembaruan *risk register*. Sedangkan keterlambatan pengadaan material dapat menjadi salah satu penyebab keterlambatan proyek irigasi di Vietnam (Nguyen dkk., 2023).

Peningkatan Biaya Operasional

Peningkatan biaya operasional menjadi salah satu risiko tinggi pada proyek irigasi karena biaya operasional yang terdiri dari berbagai komponen yang dapat mengalami perubahan seiring dengan berlangsungnya proyek. Temuan ini sejalan dengan penelitian Rybka dkk. (2016) yang menyatakan bahwa proyek infrastruktur yang berkaitan dengan air memiliki risiko biaya yang tinggi terkait fluktuasi harga, perubahan kondisi pelaksanaan, serta ketidakpastian kondisi lingkungan proyek.

Kondisi Lapangan Berbeda dari Asumsi Perencanaan

Kondisi lapangan berbeda dari asumsi perencanaan merupakan risiko yang dapat terjadi akibat cakupan wilayah irigasi yang luas beserta kondisi alamnya, baik geologi, topografi, dan hidrologi. Perbedaan data perencanaan dengan kondisi lapangan dapat menyebabkan perubahan desain, pekerjaan tambah, penyesuaian metode konstruksi, dan penambahan biaya dan waktu pelaksanaan. Abdaljader dan Günal (2022) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa perubahan desain akibat kondisi lapangan yang tidak sesuai dengan desain perencanaan merupakan salah satu penyebab keterlambatan proyek di Turki. Penilaian risiko pada tahap desain harus mempertimbangkan ketidakpastian kondisi lapangan dengan semakin besarnya ketidakpastian, semakin tinggi pula probabilitas perubahan desain (Ökmen, 2016). Gracia dkk. (2026) menambahkan bahwa proses penilaian terhadap risiko proyek infrastruktur air harus mempertimbangkan ketidakpastian kondisi eksisting.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini memperoleh 30 variabel risiko yang relevan dengan risiko yang ada pada Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Pemerintah Daerah pada BBWS Citarum. Dari 30 variabel risiko tersebut, 24 variabel diantaranya termasuk dalam risiko dengan tingkat risiko “Sangat Tinggi”. Lima variabel risiko tertinggi pada penelitian ini, yaitu bencana alam, kesulitan akses proyek, kelangkaan material konstruksi, peningkatan biaya operasional, dan kondisi lapangan yang berbeda dari asumsi perencanaan, memiliki kesesuaian dengan penelitian terdahulu yang menegaskan bahwa proyek irigasi memiliki karakteristik risiko multidimensi. Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan sehingga membuka peluang penelitian di masa depan. Penelitian berikutnya disarankan terbatas pada identifikasi dan analisis risiko, melainkan juga menganalisis faktor-faktor penyebab risiko, menyusun strategi mitigasi, mengevaluasi konsekuensi dari setiap mitigasi yang diaplikasikan, serta mengestimasi biaya kontingensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberi dukungan terhadap pelaksanaan penelitian ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian “Analisis Risiko Proyek Peningkatan dan Rehabilitasi Jaringan Utama Irigasi BBWS Citarum” dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdaljader, A., & Günal, M. (2022). Identification of risks causing delays in design development and construction stages of state-owned irrigation projects in Turkey. *Int. J. Nonlinear Anal. Appl. In Press*, 2008–6822. <https://doi.org/10.22075/ijnaa.2022.7225>
- Armandoko, A. Z., Ruzardi, R., & Musyafa, A. (2023). The Analysis of Identification and Risk Mitigation in Irrigation Work Contractors. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 25(1), 100–106. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v25i1.43248>
- Aung, T., Liana, S. R., Htet, A., & Bhaumik, A. (2023). Risk Management in Construction Projects : A Review of Literature. 11(5), 466–469.
- Denise, P., Praiwan, L., Carlo, J., Tadeo, R., Donald, R., Manzon, S., & Jocson, J. C. (2022). Risk Factors affecting Project Implementation in the National Irrigation Administration: A Basis for an Updated Risk Register. In *International Journal of Progressive Research in Science and Engineering* (Vol. 3, Number 12). www.ijprse.com
- Ghaleb, H., Alhajlah, H. H., Bin Abdullah, A. A., Kassem, M. A., & Al-Sharafi, M. A. (2022). A Scientometric Analysis and Systematic Literature Review for Construction Project Complexity. *Buildings*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/buildings12040482>
- Goffart, J., & Woloszyn, M. (2021). *EASI RBD-FAST: an efficient method of global sensitivity analysis for present and future challenges in building performance simulation*.
- Gracia, M. D., Mar-Ortiz, J., Luna-Domínguez, C. R., & Pancardo, J. (2026). A Methodological Approach for Risk Assessment of Municipal Water Supply Projects. *Mathematics*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/math14050890>

- Nallaperuma-arachchige, W., Hadiwattege, C., Nallaperuma-arachchige, W., Hadiwattege, C., & Hulathdoowage, N. D. (2022). Conflicts with external stakeholders in irrigation construction projects in Sri Lanka : a narrative analysis Conflicts with external stakeholders in irrigation construction projects in Sri Lanka : a narrative analysis. *International Journal of Construction Management*, 0(0), 1–13. <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2077684>
- Nguyen, V. S., Nguyen, H. H., Nguyen, D. A., & Hai, D. T. (2023). Delay factors in the construction of irrigation and hydropower projects in Vietnam. *Archives of Civil Engineering*, 69(1), 5–20. <https://doi.org/10.24425/ace.2023.144156>
- Ökmen, Ö. (2016). Risk assessment for determining best design alternative in a state-owned irrigation project in Turkey. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(1), 109–120. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0397-x>
- Redicker, S., Dimova, R., & Foster, T. (2022). Synthesising evidence on irrigation scheme performance in West Africa. In *Journal of Hydrology* (Vol. 610). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.127919>
- Rybka, I., Bondar-Nowakowska, E., & Polonski, M. (2016). Cost Risk in Water and Sewerage Systems Construction Projects. *Procedia Engineering*, 161, 163–167. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.517>
- Schuldt, S. J., Nicholson, M. R., Li, Y. A. A., & Delorit, J. D. (2021). *Weather-Related Construction Delays in a Changing Climate : A Systematic State-of-the-Art Review*.
- Šopi, M. (2025). *Understanding and Quantifying the Impact of Adverse Weather on Construction Productivity*.
- Wijaya, P. A. K., & Machfudiyanto, R. A. (2024). Identification of Construction Safety Risks for Irrigation Network Project Based on the Work Breakdown Structure (WBS) to Improve Construction Safety Performance. In *Jurnal Infrastruktur* (Vol. 11, Number 1).
- Wu, S. J., Mai, J. Sen, Lin, Y. H., & Yeh, K. C. (2022). Modeling Probabilistic-Based Reliability Analysis for Irrigation Water Supply Due to Uncertainties in Hydrological and Irrigation Factors. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912747>
- Yadav, P. S., Paul, V. K., Yadav, P. S., & Paul, V. K. (2024). Investigating the determinants of construction project complexity impacting project success: an India perspective Investigating the determinants of construction project complexity impacting. *International Journal of Construction Management*, 24(16), 1760–1770. <https://doi.org/10.1080/15623599.2023.2295609>