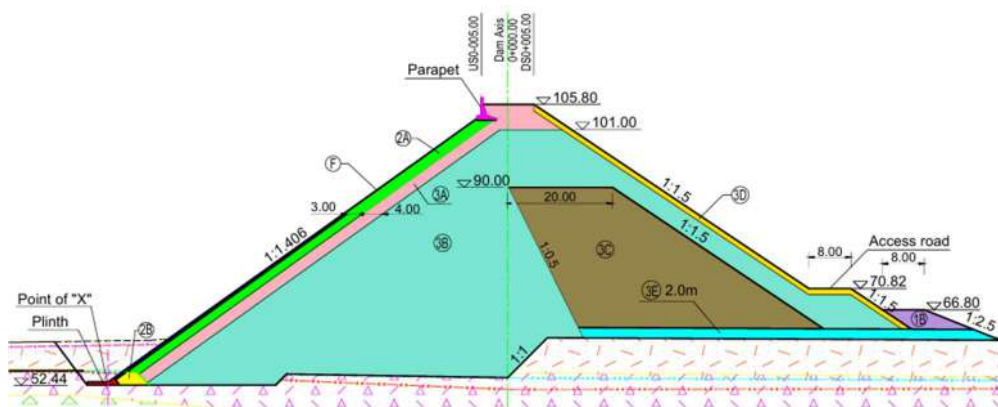


BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan bendungan merupakan salah satu jenis proyek infrastruktur yang kompleks dan memiliki risiko tinggi. Terdapat berbagai item pekerjaan yang saling berkaitan satu sama lain, salah satunya item pekerjaan dengan volume paling besar yaitu timbunan utama pada tubuh bendungan. Bendungan Jenelata merupakan bendungan tipe urugan batu membran beton, atau lebih dikenal dengan bendungan tipe CFRD (*Concrete Face Rockfill Dam*). Bendungan tipe ini memerlukan batu sebagai material utama timbunan dengan jumlah besar. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan timbunan terdapat kerumitan dikarenakan dalam tubuh bendungan terdapat beberapa zona timbunan dengan jenis gradasi material yang berbeda-beda, termasuk adanya zona filter, zona timbunan inti dan zona membran beton pada permukaan sisi hulu tubuh bendungan, sehingga tidak terlepas dengan tingkat risiko yang cukup signifikan. Dengan demikian pekerjaan timbunan utama pada tubuh bendungan seringkali mengalami kendala, yang dapat berdampak pada keterlambatan pekerjaan, peningkatan biaya dan waktu penyelesaian proyek.

Kendala-kendala pekerjaan timbunan pada bendungan tipe urugan batu membran beton (CFRD) dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk faktor teknis, manajerial, dan lingkungan. Faktor teknis dapat meliputi kesulitan dalam pengadaan material yang sesuai spesifikasi teknis dalam jumlah besar, kesalahan desain, dan kesulitan dalam pelaksanaan pekerjaan. Faktor manajerial dapat meliputi kurangnya perencanaan, pengawasan, dan koordinasi yang efektif. Faktor lingkungan dapat meliputi kondisi jalan, cuaca ekstrem, kondisi geologi yang tidak stabil dan perubahan peraturan pemerintah. Selain itu, salah satu faktor yang juga menjadi kendala utama adalah belum bebasnya lahan quarry pengambilan batu, yang dapat menghambat proses pengadaan material dan memperlambat pekerjaan timbunan.



Gambar 1. Tipikal potongan tubuh bendungan (Kemen. PUPR DIRJEN SDA PUSAT BENDUNGAN, 2019)

Tabel 1. Spesifikasi material timbunan (Kemen. PUPR DIRJEN SDA PUSAT BENDUNGAN, 2019)

ZONA	KLASIFIKASI	GRADASI	MAX TEBAL HAMPAR (m)	TYPE ALAT PEMADAT	MINIMUM JUMLAH LINTAH	KUANTITAS PENYIRAMAN AIR PADA MATERIAL TIMBUNAN SETIAP 1 TON MATERIAL
1A	Mataerial kedap air, bersumber dari material <i>highly weathered, clay, silty</i> .	Maximum ukuran butiran 100 mm	0.3	20 ton Ramping roller	10	—
1B	Random material, diproduksi dan di proses dari material <i>moderately weathered</i>	Maximum ukuran butiran 200 mm	0.4	10 ton Vibrator roller	8	—
2A	Filter halus, diproduksi dan diproses dari material <i>slightly weathered rock</i> dan basalt segar	Maximum ukuran butiran 37.5 mm	0.2	—	—	—
2B	Filter kasar, diproses dari material <i>slightly weathered</i> sampai batuan andesite/basalt segar	Maximum ukuran butiran 75 mm	0.4	10 ton Vibrator roller	4	—
3A	Zona transisi <i>rockfill</i> , diproses dari material <i>slightly weathered</i> sampai batuan andesite/basalt segar	Maximum ukuran butiran 300 mm	0.4	10 ton Vibrator roller	4	—
3B	<i>Rockfill</i> dari quarry atau hasil galian. Batuan andesite/basalt segar	0.075 mm max 5%, 25 mm max 30%. Fines - 800 mm	1.0	Min. 10 ton Vibrator roller	4	15%
3C	<i>Rockfill</i> dari quarry atau hasil galian. Batuan andesite/basalt/breksi, lapuk sedang sampai segar	0.075 mm max 10%, 25 mm max 30%. Fines - 800 mm	1.0	Min. 10 ton Vibrator roller	4	15%
3D	Proteksi permukaan hilir, andesite/basalt segar	50% > 0.50 m	NA	—	—	—

Gambar 1 dan tabel 1 merupakan desain dan spesifikasi teknis timbunan bendungan Jenelata. Desain timbunan yang cukup kompleks dan banyaknya klasifikasi jenis material menjadi tantangan bagi kontraktor untuk bisa menyelesaikan pekerjaan dengan baik, hal ini memerlukan perencanaan dan metode kerja yang tepat, baik dalam proses penyediaan material timbunan, proses mobilisasi dari quarry menuju area timbunan dan penggunaan sesuai spesifikasi yang ditentukan. Jumlah batu material timbunan pada bendungan Jenelata mencapai 7 juta m³ untuk semua zona dengan metode penambangan menggunakan peledakan (*blasting*). Perencanaan dan metode kerja yang tidak tepat, akan sangat berpengaruh pada progress pekerjaan.



Gambar 2. Layout Bendungan dan Quarry

Jarak antara quarry dengan bendungan yaitu 7 km dan kondisi medan yang berbukit terjal menjadikan faktor lingkungan sangat mempengaruhi progress pekerjaan timbunan. Selain faktor-faktor tersebut, ada faktor utama yang paling berpengaruh terhadap progress pekerjaan timbunan yaitu status lahan quarry dan akses yang masih dalam proses pembebasan. Keterlambatan ini membuat mundurnya jadwal pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan bendungan Jenelata.

Mengingat pentingnya pekerjaan timbunan utama pada tubuh bendungan dan dampak keterlambatannya pada biaya dan waktu penyelesaian proyek, maka perlu dilakukan analisis manajemen risiko terkait pekerjaan timbunan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dinamika risiko pekerjaan timbunan pada bendungan tipe urugan batu membran beton dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan, termasuk faktor belum bebasnya lahan quarry pengambilan batu.

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2010, menjelaskan bahwa “Bendungan adalah bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton dan/atau pasangan batu yang dibangun untuk menahan dan menampung air”. Dalam mendukung program presiden Prabowo Subianto “*Indonesia swasembada pangan*”, diharapkan pembangunan Bendungan Jenelata dapat memberikan manfaat antara lain:

- Suplesi air irigasi untuk 26.773 Ha meliputi daerah irigasi Bili-bili (2.400 Ha), daerah irigasi Bissua (13.916 Ha) dan daerah irigasi Kampili (10.457 Ha) dengan intensitas tanam dari 276% menjadi 300%.
- Mereduksi banjir periode ulang 50 tahun dari 1.800 m³/detik menjadi 686 m³/detik.
- Penyedia air baku 6,05 m³/detik untuk mendukung SPAM regional Mamminasata (Makassar, Maros, Sungguminasa, Takalar)
- Potensi pembangkit listrik 7 MW dan sebagai sektor pariwisata.

Proyek Konstruksi Pembangunan Bendungan Jenelata merupakan salah satu Proyek Nasional yang dibiayai dengan sistem dana pinjaman (*loan*) dari pemerintah China, dibawah pengawasan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang SNVT PJSA BBWS POMPENGAN JENEBERANG. Kontraktor pelaksana proyek yang ditunjuk oleh pemilik proyek adalah PT. CAMCE, PT. Adhi Karya dan PT. WIJAYA KARYA (KSO). Adapun PT. CAMCE adalah kontraktor dari negara China.

Identifikasi, analisis, mitigasi dan pengalokasian terhadap kemungkinan risiko yang akan terjadi terutama risiko yang masuk dalam kategori dominan dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh pihak terkait untuk mengatasi konsekuensi negatif yang terjadi dalam proses penimbunan. Pada akhirnya tujuan dari pekerjaan Pembangunan Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan dapat tercapai dari segi biaya, segi mutu maupun segi waktu.

1.1.1 Rumusan Masalah

Bagaimana manajemen risiko dapat dilakukan untuk mengurangi risiko terhadap waktu pekerjaan timbunan utama pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan. Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi dan menganalisis risiko pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata?
2. Apa peran manajemen risiko dalam mengurangi keterlambatan pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata?
3. Apa strategi mitigasi risiko yang efektif untuk mengurangi keterlambatan pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata.

1.1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan model manajemen risiko yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata.
2. Mengevaluasi efektivitas strategi manajemen risiko yang telah diterapkan pada proyek pembangunan Bendungan Jenelata.
3. Mengidentifikasi *best practice* manajemen risiko yang dapat diterapkan pada proyek pembangunan bendungan tipe CFRD lainnya.

1.1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesadaran dan kemampuan stakeholder proyek dalam mengelola risiko pekerjaan timbunan khususnya pada bendungan tipe CFRD.
2. Mengembangkan strategi manajemen risiko yang efektif untuk mengurangi keterlambatan pekerjaan timbunan pada bendungan tipe CFRD.
3. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas pelaksanaan proyek pembangunan bendungan tipe CFRD.

1.1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi Penelitian: Penelitian ini difokuskan pada Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.
2. Jenis Bendungan: Penelitian ini hanya membahas tentang bendungan tipe *Concrete Faced Rockfill Dam* (CFRD).

3. Fokus Penelitian: Penelitian ini difokuskan pada analisis manajemen risiko pekerjaan timbunan utama pada tubuh Bendungan Jenelata terhadap waktu pekerjaan.
4. Aspek yang Dianalisis: Penelitian ini akan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan, dampak keterlambatan, dan strategi manajemen risiko untuk mengurangi keterlambatan pekerjaan timbunan.
5. Batasan Waktu: Penelitian ini akan dilakukan dalam waktu enam bulan.
6. Sumber Data: Penelitian ini akan menggunakan data primer dan sekunder, termasuk data proyek, dokumen perencanaan, dan hasil wawancara dengan stakeholder proyek seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan pemilik proyek (Kementerian PUPR/BBWS POMPENGAN JENEBERANG).
7. Pendekatan manajemen risiko yang digunakan merujuk pada standar **ISO 31000:2018**.

1.2 Teori

Menurut kementerian pekerjaan umum indonesia Bendungan adalah bangunan yang berupa tanah, batu, beton atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat juga dibangun untuk menampung limbah tambang atau lumpur. Menurut Kartasapoetra (1991), Bendungan adalah bangunan air yang dibangun secara melintang sungai, sedemikian rupa agar permukaan air sungai di sekitarnya naik sampai ketinggian tertentu, sehingga air sungai tadi dapat dialirkan melalui pintu sadap ke saluran-saluran pembagi kemudian hingga ke lahan-lahan pertanian.

1.2.1 Fungsi dan Manfaat Bendungan

Menurut Saroni dkk (2007), ada beberapa fungsi dan manfaat bendungan diantaranya yaitu:

1. Irigasi

Pada saat musim hujan, air hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian besar akan ditampung sehingga pada musim kemarau, air yang tertampung tersebut bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti untuk irigasi lahan pertanian.

2. Penyediaan Air Baku

Waduk juga dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum dimana daerah perkotaan sangat langka dengan air bersih.

3. Sebagai PLTA

Sebagai PLTA, waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang biasanya terintegrasi dalam bendungan dengan memanfaatkan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin, diubah menjadi energi listrik melalui generator.

4. Pengendali Banjir

Dengan adanya bendungan-bendungan di hulu sungai, maka kemungkinan terjadinya banjir bisa dikurangi dan paa musim kemarau, air yang ditampung bendungan bisa digunakan untuk keperluan perairan lainnya.

5. Perikanan

Waduk juga dapat digunakan sebagai tempat budidaya ikan dengan menggunakan jaring apung atau keramba, dan itu bisa dijadikan sebagai mata pencaharian.

6. Pariwisata dan Olahraga Air

Waduk dengan pemandangan indah dapat dijadikan sebagai tempat rekreasi, selain itu juga bisa dijadikan sebagai tempat olahraga air.

1.2.2 Jenis Bendungan

Berdasarkan tujuan pembangunannya, bendungan dapat dibagi menjadi 2 yaitu bendungan tujuan tunggal (*single purpose dam*) dan bendungan multiguna (*multipurpose dam*) dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Single Purpose DAM

Merupakan bendungan yang dibangun hanya untuk memenuhi satu kebutuhan atau tujuan saja seperti bendungan PLTA atau bendungan irigasi atau bendungan air baku atau tujuan lainnya, tetapi hanya untuk satu tujuan saja.

2. Multi Purpose DAM

Merupakan bendungan yang dibangun untuk memenuhi beberapa kebutuhan atau tujuan seperti bendungan PLTA, irigasi dan pengendalian banjir, atau bendungan irigasi dan air baku. Bendungan Multipurpose ini memiliki banyak fungsi tidak hanya untuk satu tujuan saja.

Berdasarkan Ukurannya, bendungan dapat dibagi menjadi 2 yaitu bendungan besar dan bendungan kecil dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Bendungan Besar (Large Dam)

Menurut *The International Commission on Large Dams* (ICOLD) pengertian bendungan besar adalah :

- a. Bendungan yang memiliki tinggi lebih dari 15 m yang diukur dari bagian pondasi terbawah sampai ke puncak bendungan.
- b. Bendungan yang memiliki tinggi 10 m hingga 15 m dapat dikatakan bendungan besar apabila panjang puncak bendungan lebih dari 500 m, kapasitas waduk yang terbentuk lebih dari $1 \times 10^6 \text{ m}^3$.

2. Bendungan Kecil (*Small Dam*)

Semua bendungan yang tidak memenuhi syarat sebagaimana bendungan besar diatas termasuk dalam kategori atau tipe bendungan kecil.

Berdasarkan konstruksinya, bendungan dibagi menjadi 3 yaitu bendungan urugan, bendungan beton, dan bendungan Urugan Batu Membran Beton (UBM) atau Concrete Face Rockfill Dam (CFRD), dengan penjelasan sebagai berikut.

1. Bendungan Urugan (Fill Dam, Embankment Dam)
Menurut ICOLD bendungan urugan adalah bendungan yang dibangun dari hasil penggalian bahan (material) tanpa tambahan bahan lain yang bersifat campuran secara kimia.
2. Bendungan Beton (Concrete Dam) Bendungan ini merupakan bendungan yang dibuat dengan konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak.
3. Bendungan Urugan Batu Membran Beton(UBM) atau Concrete Face Rockfill Dam (CFRD) Bendungan ini merupakan bendungan urugan batu dengan lapisan beton pada bagian hulunya, bendungan ini merupakan bendungan kombinasi antara bendungan urugan batu dan bendungan beton.

1.2.3 Bagian – Bagian Bendungan

1. Bendungan (Dam)

Bendungan adalah bangunan air yang berupa urugan tanah, urugan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat juga dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Permen PUPR No 27 ,2015).Bendungan adalah tempat atau wadah penampungan air di sungai agar dapat digunakan untuk irigasi maupun keperluan lainnya (Permen PUPR No 20, 2009).Bendungan dan bendung merupakan struktur yang berbeda, perbedaannya terletak pada struktur berkepala rendah yang berfungsi untuk menaikkan muka air dan biasanya terdapat disungai.

2. Bangunan Pelimpah

Bangunan pelimpah pada fungsi utama bangunan penampung berfungsi untuk mengalirkan air banjir dari waduk bila waduk penuh. Ada beberapa tipe pelimpah :

- a. Pelimpah Terjunan (*overflow outflow*)
Pelimpah jenis ini, air dengan jatuh bebas dari bangunan pelimpah. Mercu pelimpah diperpanjang dengan berbentuk bibir yang menjorok kedepan untuk mengarahkan aliran cukup jauh dari permukaan bendungan.
- b. Pelimpah Sampung
Bangunan pelimpah yang bentuknya menyerupai huruf S. mercu pelimpah dibuat menyesuaikan dengan profil nappe pada bagian bawah dari semburan air yang dilengkapi dengan ventilasi yang jatuh bebas dari ambang yang tajam.
- c. Pelimpah Peluncur (*chute spillway*)

Pelimpah peluncur adalah saluran yang pembuangannya dialirkan dari waduk ke bagian hilir permukaan sungai melalui saluran terbuka. Saluran ini terdiri dari saluran masuk, struktur kontrol, saluran pembuangan, struktur terminal, dan saluran keluar. Guna meredam energi dari loncatan air dibawah mercu, sehingga peredam energi harus dibangun pada pelimpah peluncur

d. Pelimpah Corong (*Shaft Spillway*)

Pelimpah corong adalah salah satu tempat aliran air masuk melalui lubang yang posisinya horizontal, turun mellaui corong vertikal atau miring, dan kemudian mengalir melalui saluran atau terowongan horizontal mencapai bagian hilir.

3. Pipa Hollow Jet

Pipa holow jet berfungsi mengatur pengeluaran air dari waduk menuju hilir dan dapat meredam energi air yang keluar. Jenis pipa ini adalah Hollow jet valve, fixed cone valve, dan jet flow gate

4. Ruang PTL (Pembangkit Tenaga Listrik)

Turbin yang diputarakan oleh pergerakan air dapat menggerakkan generator yang dapat mengkonversi energi dari energi kinetis menjadi energi listrik. Sehingga, Ruangan ini dimanfaatkan untuk komponen pembangkit (generator).

5. Pipa Pesat (*Penstock Unit*) Berfungsi mengalirkan air dari bak penenang menuju turbin, diperlukan pipa yang mampu menahan tekanan yang cukup tinggi dengan spesifikasi tertentu.

1.2.4 Spesifikasi Teknis Timbunan Bendungan CFRD

Bendungan urugan batu membrane beton (UBM) atau (CFRD) harus dibangun sesuai Spesifikasi Teknis. Untuk tujuan ini, timbunan CFRD dikategorikan timbunan batu, yang dilengkapi dengan plinth, membran beton, dan dinding parapet. Timbunan batu dikategorikan terdiri dari zona berikut:

1. Timbunan Filter

Zona 2A: Filter halus, proses dari pasir dan kerikil terletak 3 meter dari dibelakang sambungan perimetric.

Zona 2B: Filter kasar, proses dari pasir dan kerikil olahan berukuran partikel dengan ukuran maksimum 80 mm ditempatkan dan dipadatkan secara horizontal dengan lebar 3 meter ditempatkan dibelakang membrane beton/*face slab* yang berfungsi sebagai bantalan *face slab*. Semua bahan filter zona 2A dan 2B timbunan bendungan diperoleh dari batuan andesit segar yang melalui proses dihancurkan dengan mesin pemecah batu (*stone crushing*), atau dari sumber lain yang disetujui.

Zona CS2B : Filter kasar, proses dari pasir dan kerikil olahan berukuran partikel dengan ukuran maksimum 80 mm yang ditempatkan di bagian permukaan zone 2B sebagai proteksi yang benrfungsi sebagai pelindung zona 2B dari longsor dan gerusan dari

pengaruh hujan atau pengaruh lainnya selama konstruksi dan sebelum membran beton selesai dilaksanakan, ditempatkan dan dipadatkan secara horizontal dengan lebar 1 m dibelakang *face slab* yang berfungsi sebagai bantalan *face slab* dan merupakan bagian dari zona 2B.

Tabel 2. Grading Envelope Zona 2A

ASTM Standard	Ukuran (mm)	Persentase lolos saringan
1 1/2"	37.5	100
3/4"	19.0	85-100
No.4	4.75	50-75
No.16	1.18	25-50
No.50	0.30	10-25
No.200	0.075	0-5

Tabel 3. Grading Envelope zona 2B dan CS2B

ASTM Standard	Ukuran (mm)	Persentase lolos saringan
3"	75.0	100
1 1/2"	37.5	70-100
3/4"	19.0	55-80
No.4	4.75	35-60
No.16	1.18	18-40
No.50	0.3	6-18
No.200	0.075	0-7

2. Timbunan Transisi

Zona 3A: Dipilih atau diproses dari hasil galian batu quarry dengan ukuran maksimum 300 mm ditempatkan dan dipadatkan antara Zona 2B dan Zona 3B dengan lebar 3 meter.

Tabel 4. Grading Zona 3A

ASTM Standard Sieve	Ukuran (mm)	Persentase lolos
12"	300	100
4"	100	55 - 100
3"	75.0	45 – 90
12"	37.5	25 – 60
3/4"	19.0	15 – 45
No.4	4.75	5 – 25
No.30	0.6	0 – 10
No.200	0.075	0 – 5

3. Timbunan Material Batu

Zona 3B: rockfill zona hulu terdiri dari hasil galian batu quarry dipilih dengan ukuran gradasi maksimal 1000 mm.

Zona 3C: rockfill zona hilir yang terdiri dari bahan rockfill dipilih dari penggalian quarry atau penggalian bangunan lainnya yang diperlukan dengan ukuran maksimal 1000 mm.

Zona 3D: Riprap, proteksi hilir permukaan bendungan dipilih dari hasil galian batu quarry.

Semua material timbunan batu /rockfill untuk Zona 3A, 3B, 3C, dan 3D diperoleh dari quarry yang sudah ditetapkan atau sumber-sumber lain yang disetujui.

Tabel 5. Properties kebutuhan material *rockfill*

Uraian	Zona 3A	Zona 3B	Zona 3C	Zona 3D
Sumber yang disetujui	Andesit	Andesit	Andesite dan Breksi Vulkanik	Andesite dan Breksi Vulkanik
Derajat pelapukan	Fr to SW	Fr to SW	Fr to MW	Fr to SW
Tebal maksimum setelah dipadatkan	0.4 m	1.0 m	1.0 m	Ket. d)
Volume air yang disiramkan	15% dari massa batuan	15% dari massa batuan	-	-
Lintasan minimum pemadatan dengan Vibro Roller	4	4	4	-
Ukuran maksimum butiran	300 mm	1000 mm c)	1000 mm c)	Ket d)
Persentase maksimum tertahan saringan 0.074 mm	5	5	10	-
Kebutuhan gradasi lainnya	Lihat Tabel 5.5	<25 mm: Max 30%	<25 mm: max35%	50%>0.5 m

Keterangan:

Fr = *Fresh rock*/batu segar

SW = *Slightly weathered rock*;/batu sedikit lapuk

MW = *Moderately weathered rock*/batu lapuk sedang

Catatan:

- Dalam jarak 6 m dari garis batas pemisah antara Zona 3B dan Zona 3A, zona 3B Zona rockfill harus ditempatkan lebih tinggi dan memiliki ketebalan maksimum 500 mm setelah pemadatan.

- b. Zona 3A harus dipadatkan sebanyak delapan lintasan dengan vibro roller dalam jarak 6 m dari batas pemisah antara Zona 2B dan 3A.
- c. Ukuran maksimum material tidak boleh lebih besar daripada tebal lapisan untuk mendapatkan pemadatan yang baik.
- d. Batuan berukuran besar akan ditempatkan di Zona 3D dengan backhoe atau metode lain yang disetujui. Pemadatan tidak dilakukan. Zona 3D akan ditempatkan terlebih dahulu sebelum pengisian zona 3C.

Pemadatan

- a. Sebelum dan selama pemadatan, air harus disemprotkan ke timbunan rockfill dalam jumlah tidak kurang dari yang ditentukan dalam Tabel 5.
- b. Setiap lapisan rockfill harus dipadatkan dengan mesin pemadat bergetar/ vibro roller yang memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - Massa statis roller dalam kondisi operasi, ditransmisikan ke tanah melalui permukaan drum tidak boleh kurang dari 10 t, dan.
 - Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh bagian bergetar dari roller tidak boleh kurang dari 350 kN pada frekuensi maksimum yang diijinkan oleh produsen untuk terus beroperasi vibro roller. Frekuensi operasi harus antara 1 100 dan 1 500 r / m, kecuali dinyatakan dan diarahkan.
- c. Setiap lapisan timbunan rockfill harus dipadatkan dengan jumlah lintasan dengan vibro roller seperti yang ditentukan dalam Tabel 5.
- d. Pengoperasian mesin bergetar, termasuk frekuensi getaran dan kecepatan pemadatan harus seperti yang direkomendasikan oleh produsen. Jika lebih dari satu alat mesin pemadat bergetar digunakan, semua alat harus dari jenis yang sama dan pada dasarnya dari dimensi yang sama. Mesin akan memiliki kekuatan yang cukup untuk menarik vibro roller pada kecepatan yang dibutuhkan dalam semua kondisi yang dihadapi pada timbunan. Permukaan roda/drum harus dijaga bebas dari materi yang menempel. Vibro roller juga harus terjaga dengan baik untuk memastikan bahwa alat tersebut mempertahankan karakteristik pemadatan yang konsisten.

1.2.5 Uji Timbunan Rockfill

Uji timbunan dilaksanakan di lokasi yang disepakati atau sebagaimana diarahkan oleh Direksi Pekerjaan. Tujuan uji timbunan sebagai berikut:

- Untuk menilai kinerja dari peralatan pemadatan;
- Untuk memverifikasi bahwa ketebalan lapisan tertentu dan jumlah lintasan peralatan pemadatan untuk memproduksi timbunan rockfill padat, dan
- Untuk menentukan kepadatan dan gradasi rockfill setelah dipadatkan.

Timbunan uji harus terdiri dari terdiri dari lima zona quarry yang dikelola Zona 2B, 3A, 3B dan 3C. Pengukuran terdiri dari pengamatan penyelesaian penghamparan dan pemadatan dengan pemadat yang dipilih. Penentuan density in-situ, dan penentuan

ukuran partikel juga harus dilakukan pada 3 lapisan atas dari setiap zona uji setelah jumlah tertentu dari pemadatan telah selesai.

Jika uji timbunan terletak di dalam bendungan utama, lubang uji harus ditimbun, dan aspek lain dari konstruksi timbunan dipertahankan sesuai dengan Spesifikasi Teknis. Adapun persyaratan pengujian seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Persyaratan Pengujian

Jenis Pengujian	Lokasi	Frekuensi Pengukuran	Total jumlah tes
Pengamatan penurunan	Grid titik diatas lapisan 3 dan 4	Awal (setelah penghamparan), dan setelah lintasan 2, 4, 6, dan 8 selesai	$4 \times 2 \times 20 \times 5 = 800$
Gradasi partikel Zone 2B, CS2B dan 3A	Lapisan ke 3 dan 4	Dua kali (setelah penghamparan), dan setelah lintasan ke 4, 6, dan 8 selesai	$2 \times 2 \times 2 \times 4 = 32$
Gradasi partikel Zone 3B dan 3C	Lapisan ke 3 dan 4	Satu kali setelah penghamparan), dan setelah lintasan ke 4, 6, dan 8 selesai	$2 \times 2 \times 4 = 16$
Density untuk Zone 2B and 3A	Lapisan ke 3 dan 4	Dua kali (setelah penghamparan), dan setelah lintasan ke 4, 6, dan 8 selesai	$2 \times 2 \times 2 \times 4 = 32$
Density untuk Zone 3B and 3C	Lapisan ke 3 dan 4	Satu kali setelah penghamparan), dan setelah lintasan ke 4, 6, dan 8 selesai	$2 \times 2 \times 4 = 16$

catatan: Test density lapangan harus berdasarkan USBR 7221

1.3 Manajemen Risiko dalam Proyek Konstruksi

Manajemen risiko merupakan proses sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, serta mengendalikan risiko yang dapat memengaruhi keberhasilan proyek, baik dari aspek biaya, mutu, maupun waktu. Dalam proyek konstruksi, risiko dapat berasal dari faktor teknis, manajerial, finansial, lingkungan, maupun regulasi. Standar internasional seperti ISO 31000:2018 memberikan kerangka kerja dalam pengelolaan risiko yang meliputi tahapan identifikasi, analisis, evaluasi, dan mitigasi. Proyek konstruksi bendungan, khususnya bendungan tipe *Concrete-Faced Rockfill Dam* (CFRD), memiliki tingkat risiko lebih tinggi karena kompleksitas pekerjaan, volume material besar, serta ketergantungan pada sumber daya alam seperti quarry.

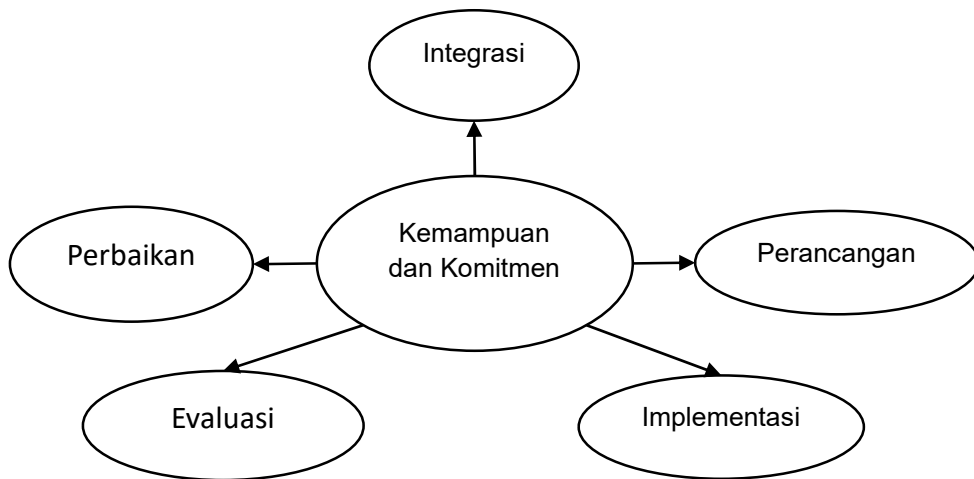
Berikut beberapa definisi manajemen risiko menurut para ahli dan standar internasional:

1. ISO 31000:2018 mendefinisikan manajemen risiko sebagai “*coordinated activities to direct and control an organization with regard to risk.*”
2. PMBOK (2017) menyebut manajemen risiko sebagai proses merencanakan, mengidentifikasi, menganalisis, merespons, dan mengendalikan risiko selama siklus hidup proyek.
3. Flanagan & Norman (1993) mengemukakan bahwa manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi risiko, menilai kemungkinan dan dampaknya, dan mengembangkan strategi untuk mengurangi konsekuensi risiko.
4. Smith, Merna & Jobling (2006) menjelaskan manajemen risiko sebagai pendekatan terstruktur untuk mengelola ketidakpastian yang mempengaruhi tujuan.
5. Kerzner (2013) menambahkan bahwa manajemen risiko merupakan bagian integral dari manajemen proyek, dan harus dilaksanakan secara berkelanjutan mulai dari tahap perencanaan hingga penyelesaian proyek.

1.4 Kerangka Manajemen Risiko

1.4.1 Kerangka ISO 31000:2018

Kerangka manajemen risiko merupakan landasan yang digunakan mengelola manajemen risiko. Maksudnya adalah sebagai panduan dalam penyusunan kebijakan dan strategi manajemen risiko, kepemimpinan dan komitmen. Kerangka kerja manajemen risiko menjelaskan bagaimana tata kelola manajemen risiko organisasi akan diterapkan, berikut merupakan kerangka kerja yang mengadopsi ISO 31000:2018.



Gambar 3. Kerangka Kerja Manajemen Risiko Menurut ISO 31000;2018

ISO 31000 menyediakan pendekatan baku dan komprehensif dalam pengelolaan risiko.

a. Prinsip-Prinsip Manajemen Risiko

ISO 31000 menetapkan prinsip-prinsip dasar, yaitu:

1. Terintegrasi dengan organisasi
2. Terstruktur dan komprehensif
3. Disesuaikan dengan konteks
4. Inklusif
5. Dinamis
6. Berdasarkan informasi terbaik
7. Mempertimbangkan faktor manusia dan budaya
8. Perbaikan berkelanjutan

b. Proses Manajemen Risiko ISO 31000

Proses manajemen risiko ISO 31000 terdiri dari:

1. Komunikasi dan konsultasi
2. Penetapan konteks
3. Identifikasi risiko
4. Analisis risiko
5. Evaluasi risiko
6. Mitigasi risiko
7. Monitoring dan review



Gambar 4. Diagram Proses ISO 31000

1.4.2 Risk Breakdown Structure (RBS)

RBS adalah pengelompokan risiko secara hierarkis. Pada proyek konstruksi bendungan, RBS umum terdiri dari:

1. Risiko teknis
2. Risiko manajemen
3. Risiko material
4. Risiko lingkungan
5. Risiko tenaga kerja
6. Risiko finansial
7. Risiko keselamatan

RBS membantu penentuan prioritas risiko dan memperjelas akar permasalahan.

Dengan demikian, manajemen risiko merupakan pendekatan proaktif yang sangat penting untuk meminimalkan kerugian dan meningkatkan peluang keberhasilan proyek konstruksi.

1.5 Risiko pada Proyek Konstruksi Bendungan tipe CFRD

Pembangunan bendungan merupakan pekerjaan berskala besar yang melibatkan berbagai jenis pekerjaan dengan tingkat ketergantungan tinggi antar item pekerjaan. Pada bendungan tipe CFRD, pekerjaan timbunan menjadi kegiatan kritis karena memerlukan material batu dalam jumlah besar dengan gradasi berbeda sesuai zona timbunan. Timbunan merupakan inti dari konstruksi CFRD. Risiko-risiko yang umum muncul adalah:

1. Volume material sangat besar
Proyek Bendungan Jenelata membutuhkan jutaan meter kubik batu dari quarry.
2. Zonasi material berbeda
Terdapat zona rockfill, filter, transition zone, dan membran beton.
3. Ketergantungan pada quarry
Belum bebasnya quarry berdampak langsung pada keterlambatan.
4. Cuaca ekstrem
Hujan dapat mengganggu pengangkutan, pemadatan, dan pengawasan.
5. Kesulitan dalam pengendalian mutu material
Material harus memenuhi gradasi sesuai desain.
6. Keterbatasan peralatan dan tenaga kerja
Peak workload dapat menyebabkan *bottleneck*.
7. Risiko keselamatan
Aktivitas hauling intensif meningkatkan potensi kecelakaan.
8. Kegagalan pemadatan
Pemadatan yang tidak sesuai spesifikasi teknis sehingga hasil pengujian tidak tercapai mengakibatkan harus dilakukan pembongkaran dan *rework*.

Pada Proyek Bendungan Jenelata, salah satu risiko paling kritis adalah belum bebasnya quarry, sehingga menghambat pasokan material. Penelitian Falirat et al. (2021) terkait blasting menunjukkan bahwa risiko kegiatan tambang sangat berpengaruh pada ketersediaan batu untuk bendungan CFRD.

Penelitian Wayangkau dan Admojo (2021) menekankan bahwa proyek bendungan memiliki kompleksitas tinggi dan membutuhkan analisis risiko komprehensif berbasis metode PROMETHEE serta Risk Breakdown Structure (RBS), dengan mempertimbangkan sudut pandang berbagai pemangku kepentingan.

1.5.1 Risiko Terkait Sumber Daya dan Pengadaan Material

Ketersediaan material menjadi isu utama dalam pekerjaan timbunan bendungan CFRD. Tantangan pengadaan batu dari quarry terkait perizinan, kualitas material, dan jarak angkut dapat menimbulkan keterlambatan signifikan. Pada Proyek Bendungan Jenelata, salah satu risiko utama adalah belum bebasnya quarry, yang mengakibatkan terhambatnya pengadaan material timbunan. Akbar (2024) melalui penelitiannya pada proyek jalan tol dengan pendanaan Pinjaman Luar Negeri (PLN) menegaskan bahwa risiko pada aspek procurement dan engineering merupakan risiko dominan yang memengaruhi waktu pelaksanaan proyek. Studi tersebut mengidentifikasi 31 risiko dalam tujuh variabel, dengan sebagian besar masuk kategori risiko tinggi hingga ekstrem.

1.5.2 Risiko Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L)

Risiko pada area konstruksi tidak hanya terkait teknis pekerjaan, tetapi juga aspek keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian Falirat et al. (2021) menunjukkan bahwa aktivitas dengan potensi bahaya tinggi seperti blasting pada penambangan batu memerlukan identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian sesuai standar K3L. Meskipun konteksnya berbeda, prinsip K3L sangat relevan pada pekerjaan penggalian quarry dan aktivitas hauling material untuk bendungan CFRD. Penerapan kontrol risiko yang tepat terbukti mengurangi potensi kecelakaan dan gangguan pekerjaan.

1.5.3 Risiko Lingkungan, Sosial dan Administratif

Selain faktor teknis, proyek konstruksi juga dipengaruhi risiko dari aspek sosial, administratif, dan lingkungan. Studi Solossa (2022) pada proyek revitalisasi kawasan Danau Ayamaru mengidentifikasi risiko dominan seperti rumitnya proses perizinan, keterbatasan tenaga kerja, serta gangguan keamanan. Proyek Bendungan Jenelata, yang merupakan proyek strategis nasional dengan skema pinjaman luar negeri, menghadapi risiko serupa, khususnya terkait perizinan quarry, kesiapan sumber daya manusia, serta kondisi sosial lingkungan yang dapat memengaruhi kelancaran pelaksanaan pekerjaan timbunan.

1.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori dan keilmuan yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian ini.

Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan :

1. Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan Proyek yang Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek Infrastruktur Jalan Tol Dengan Skema Pembiayaan Pinjaman Luar Negeri (PLN)

Berdasarkan RPJMN 2020-2024, pembiayaan proyek infrastruktur di Indonesia berasal dari sumber pemerintah dan non-pemerintah, salah satunya adalah Pinjaman Luar Negeri (PLN). Bagi Kontraktor, sumber pendanaan ini mengakibatkan munculnya risiko – risiko unik yang dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek, sehingga perlu dilakukan analisis dan mitigasi risiko secara menyeluruh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan factor – factor risiko yang paling signifikan mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek Kontraktor. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan Metode Risk Breakdown Struktur (RBS) untuk mengevaluasi dan memprioritaskan risiko yang teridentifikasi, berdasarkan probabilitas dan dampaknya terhadap waktu pelaksanaan proyek.

Data dikumpulkan melalui kuesioner yang dikirimkan kepada responden dari Manajemen Proyek dan analisis dokumen berupa Risk Register/Risk Dictionary dari

berbagai proyek infrastruktur jalan tol dengan skema pembiayaan Pinjaman Luar Negeri. Risiko – risiko yang teridentifikasi berdasarkan metode risk breakdown structure dan studi literatur pada penelitian terdahulu untuk Proyek Infrastruktur Jalan Tol dengan Skema Pembiayaan Pinjaman Luar Negeri, diperoleh 31 risiko dalam 7 variabel yang dapat mempengaruhi keterlambatan waktu pelaksanaan proyek. Risiko pada variable engineering dan 5 risiko procurement memiliki jumlah risiko yang paling banyak, yaitu 8 risiko engineering dan 5 risiko procurement. Berdasarkan hasil analisis tingkat penerimaan risiko, diperoleh hasil enam (6) risiko masuk dalam kategori risiko ekstrim, dua puluh satu (21) risiko tinggi, dan tiga (3) risiko sedang.

2. Analisis Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Bendungan (Studi Kasus: Bendungan Titab di Bali, Bendungan Jatibarang di Kabupaten Semarang, dan Bendungan Diponegoro di Semarang).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wayangkau and Admojo (2021), mempunyai objek penelitian pada konstruksi bendungan, yaitu Bendungan Titab, Bendungan Jatibarang, Bendungan Diponegoro. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko, hingga memberikan respon risiko terhadap peringkat risiko dengan kategori tinggi, kemudian untuk mendapatkan hasil kesimpulan risiko tertinggi dari ketiga bendungan (Bendungan Titab, Bendungan Jatibarang, Bendungan Diponegoro).

Metode pengambilan data yang digunakan adalah wawancara, kuesioner dan observasi dengan expert, yang kemudian diperoleh Matriks probabilitas dan dampak terhadap biaya, waktu, dan mutu sebagai tujuan atau sasaran proyek. Metode yang digunakan dalam model pendekatan penelitian ini adalah menggunakan PROMETHEE (Preference Ranking Organization for Enrichment Evaluation), dengan menindaklanjuti metode Risk Breakdown Structure agar diperoleh peringkat risiko utama dalam suatu proyek secara komprehensif atau menyeluruh. Perspektif yang menjadi batasan adalah perspektif berdasarkan sudut pandang stakeholder dan masyarakat.

3. Kajian Penerapan Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) Terhadap Proses Blasting pada Penambangan Batu Gamping

Penelitian yang dilakukan oleh Falirat et al. (2021), membahas tentang penerapan manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan (K3L). Studi kasus pada penelitian ini adalah aktivitas proses blasting pada penambangan batu gamping yang terdapat pada Kabupaten Jember, Jawa Timur. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat risiko tinggi yang dapat menyebabkan kecelakaan maupun penyakit akibat kerja, sehingga dapat dilakukan penilaian risiko dan pengendalian terhadap risiko.

Metode penelitian yang digunakan adalah observasi langsung ke lapangan, wawancara, dan studi Pustaka merupakan data yang diperlukan pada penelitian ini. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas dan penerapan manajemen risiko serta kesesuaiannya dengan peraturan perundangan dan standar

identifikasi bahaya, penilaian, dan pengendalian risiko K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan manajemen risiko pada aktivitas blasting di PT. Pertama Mina Sutra Perkasa dianggap telah sesuai dengan identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian risiko terhadap risiko flying rock, air blast, dan ground vibration.

4. Analisis Risiko Pada Pelaksanaan Proyek Revitalisasi Kawasan Danau Ayamaru Kabupaten Maybrat

Penelitian yang dilakukan oleh Solossa (2022), bertujuan untuk mengidentifikasi faktor risiko pada pelaksanaan proyek revitalisasi kawasan danau Ayamaru Kabupaten Maybrat, kemudian melakukan analisis risiko untuk mendapatkan risiko dominan dan melakukan respon risiko sebagai upaya mitigasi atau pengendalian terhadap risiko dominan yang ada, serta menentukan pihak yang menanggung risiko dominan tersebut.

Jenis penelitian ini merupakan deskriptif kuantitatif yang menggunakan kuesioner sebagai instrumen penelitian. Kuesioner dibagikan kepada 24 responden, berdasarkan sudut pandang konsultan dan kontraktor, kuesioner dilakukan validasi kepada tiga orang ahli yang terpilih, untuk mengetahui kesesuaian risiko yang ada.

Penilaian risiko dengan skala likert's untuk mendapatkan risiko dominan dan selanjutnya dilakukan analisis menggunakan skala penerimaan risiko. Hasil identifikasi risiko menunjukkan bahwa terdapat 8 faktor risiko yang teridentifikasi yaitu faktor risiko politik, lingkungan, ekonomi, alami, proyek, teknis, manusia dan keselamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 risiko yang berkategori dominan, diantaranya yaitu, rumitnya masalah perizinan, kesalahan estimasi waktu, pekerja tidak kompeten, budaya pekerja, kemampuan komunikasi pekerja, keterbatasan jumlah tenaga kerja, dan gangguan keamanan di lokasi proyek.

Berdasarkan tinjauan pustaka:

1. Belum ada penelitian yang fokus pada risiko pekerjaan timbunan CFRD Bendungan Jenelata.
2. Tidak ada penelitian sebelumnya yang menghubungkan risiko quarry dengan waktu pekerjaan timbunan.
3. Penelitian terdahulu belum mengintegrasikan pendekatan ISO 31000 dan AN/NZS 4360 secara simultan pada proyek CFRD.

Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi gap tersebut dengan menawarkan model analisis risiko yang komprehensif dan terfokus.

1.6.1 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Tabel 7. Point kesesuaian dan perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan

Peneliti	Judul Penelitian	Persamaan dan Perbedaan
Demas Purnama Andhy Akbar (2024)	Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan Proyek yang Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek Infrastruktur Jalan Tol Dengan Skema Pembiayaan Pinjaman Luar Negeri (PLN)	Persamaan: Membahas tentang penerapan manajemen risiko Perbedaan: Mengidentifikasi dan menganalisis faktor risiko yang dihadapi oleh kontraktor yang paling dan berpotensi dalam pelaksanaan proyek infrastruktur jalan tol dengan skema pembiayaan Pinjaman Luar Negeri (PLN).
Wayangkau and Admojo (2021)	Analisis Manajemen Risiko pada Proyek Pembangunan Bendungan (Studi Kasus: Bendungan Titab di Bali, Bendungan Jatibarang di Kabupaten Semarang, dan Bendungan Diponegoro di Semarang).	Persamaan: Membahas tentang penerapan manajemen risiko Perbedaan: Objek penelitian menggunakan 3 lokasi yang berbeda Perspektif pada penelitian ini adalah perspektif owner/pemberi kerja
Falirat et al. (2021)	Kajian Penerapan Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) Terhadap Proses Blasting pada Penambangan Batu Gamping	Persamaan: persamaan identifikasi bahaya, penilaian dan pengendalian Perbedaan: Pekerjaan yang diangkat merupakan pertambangan gamping, Dari proyeksi kontraktor penelitian dilakukan Lebih membahas risiko yang berakibat pada PAK

Solossa (2022)	Analisis Risiko Pada Pelaksanaan Proyek Revitalisasi Kawasan Danau Ayamaru Kabupaten Maybrat	Persamaan: Membahas tentang analisis manajemen risiko Perbedaan: Penelitian ini berdasarkan perspektif kontraktor dan konsultan, sedangkan penelitian terbaru berdasarkan perspektif kontraktor dan pemberi kerja/owner
----------------	--	---

Berdasarkan tinjauan pustaka yang dipilih, dari keempat sumber penelitian tersebut merupakan penelitian yang relevan dengan tema dan aspek pada penelitian ini. Masing- masing penelitian memiliki perbedaan dan persamaan dengan penelitian yang dibuat, sehingga keempat penelitian terdahulu dapat digunakan sebagai referensi dalam penelitian terbaru.

BAB II

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (mixed-method), yaitu gabungan metode kualitatif dan kuantitatif. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan stakeholder proyek, survei kuesioner, dan analisis dokumen proyek. Risiko-risiko diidentifikasi dan dianalisis menggunakan metode identifikasi risiko dan analisis risiko. Strategi manajemen risiko dikembangkan berdasarkan hasil analisis risiko.

- Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi risiko pekerjaan timbunan berdasarkan studi literatur, analisis dokumen proyek, serta wawancara dengan stakeholder.
- Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menilai probabilitas dan dampak risiko melalui penyebaran kuesioner serta melakukan analisis tingkat risiko menggunakan matriks risiko.

Desain penelitian berbentuk studi kasus (case study) pada Pembangunan Bendungan Jenelata. Menurut Creswell (2014), studi kasus merupakan metode untuk memahami fenomena secara mendalam dengan meneliti satu objek secara intensif. Pendekatan ini sesuai karena penelitian memfokuskan diri pada satu proyek bendungan tipe CFRD.

2.1 Obyek Penelitian

Menurut Supriyati, 2015, Objek penelitian adalah variabel-variabel yang dipelajari oleh peneliti di tempat penelitian itu dilakukan. Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah risiko pekerjaan timbunan pada fase konstruksi Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Objek ini mencakup:

1. Identifikasi risiko pekerjaan timbunan
2. Tingkat probabilitas dan dampak risiko
3. Peringkat risiko (risk priority)
4. Strategi mitigasi risiko oleh kontraktor dan owner
5. Pengaruh risiko terhadap waktu pekerjaan timbunan

2.2 Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian yang akan dianalisis adalah Proyek Pembangunan Bendungan Jenelata yang terletak di Desa Tanakaraeng Kecamatan Manuju Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan.



Gambar 5. Lokasi Bendungan Jenelata

2.3 Data Penelitian

Data penelitian merupakan kumpulan fakta-fakta yang dikumpulkan dari subjek penelitian yang diolah dan dianalisis sehingga membentuk hasil penelitian. Data adalah fakta yang diungkapkan untuk tujuan penelitian. Data yang diperlukan untuk penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

2.3.1 Data Primer

Menurut Indriantoro (2002), data primer adalah data yang diambil langsung dari subjek penelitian, dalam hal ini peneliti mengambil data atau informasi secara langsung dengan menggunakan alat yang telah ditentukan. Peneliti mengumpulkan data primer untuk menjawab pertanyaan penelitian. Mengumpulkan data mentah merupakan bagian integral dari proses survei dan sering digunakan untuk pengambilan keputusan.

Data primer dinilai lebih akurat karena disajikan secara detail. Data primer diperoleh langsung dari stakeholder proyek melalui:

1. Kuesioner penilaian risiko
 - Menilai tingkat probabilitas (*likelihood*)
 - Menilai tingkat dampak (*consequence*)
 - Menilai efektivitas kontrol risiko
2. Wawancara mendalam (*in-depth interview*) dengan:
 - PPK SNVT PJSA BBWS Pompengan Jeneberang
 - Direksi Lapangan
 - Manajer Proyek Kontraktor KSO
 - Konsultan Supervisi
 - Site Engineering Manager
 - Site Operation Manager
 - Staf manajemen risiko
 - Pelaksana lapangan

Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini adalah validasi risiko yang terjadi pada proyek Pekerjaan Pembangunan Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan, penilaian tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*consequence*) dari masing-masing risiko, tindakan pengendalian prioritas risiko, serta data umum maupun teknis proyek Pekerjaan Pembangunan Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Setelah data yang diperoleh berupa tingkat kemungkinan dan keparahan dari masing-masing risiko yang telah dinilai oleh responden, dilanjutkan dengan pengolahan data dengan menganalisis nilai risiko pada masing-masing risiko yang selanjutnya menentukan peringkat risiko sebagai prioritas risiko dan melakukan langkah evaluasi dan pengendalian prioritas risiko. Data primer memberikan informasi faktual mengenai kondisi lapangan dan risiko aktual pekerjaan timbunan CFRD.

2.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tersedia dalam berbagai bentuk. Biasanya, sumber data ini lebih berupa data statistik atau data yang telah diproses sedemikian rupa sehingga siap digunakan dalam statistik, sering kali tersedia di kantor pemerintah, kantor layanan data, bisnis, perusahaan swasta, atau organisasi lain yang terlibat dalam penggunaan data (Daniel 2022).

Data sekunder sering kali muncul dalam file yang dipublikasikan dan tidak dipublikasikan (data dokumenter) dalam bentuk bukti, catatan sejarah, atau laporan. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari studi literatur, yaitu data yang dikumpulkan dengan cara membaca, mempelajari dan menganalisis sumber-sumber literatur yang berkaitan dengan objek penelitian dalam hal ini manajemen risiko proyek.

Data sekunder diperoleh dari dokumen terkait proyek, antara lain:

1. Dokumen kontrak dan spesifikasi teknis
2. Gambar kerja bendungan
3. Laporan progres pekerjaan
4. Rencana mutu (Quality Plan)
5. Rencana keselamatan konstruksi
6. Laporan cuaca, geologi, dan survei material
7. Studi literatur dan penelitian terdahulu

Data sekunder mendukung validitas analisis dan sebagai referensi dalam identifikasi risiko.

2.4 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan menggunakan beberapa teknik berikut:

1. Studi Literatur
Melibatkan penelusuran teori terkait manajemen risiko, konsep CFRD, dan penelitian terdahulu. Sumber dapat berupa jurnal internasional, laporan penelitian, standar manajemen risiko (ISO 31000), serta dokumen akademik lainnya.
2. Wawancara
Dilakukan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai risiko yang terjadi pada pekerjaan timbunan. Wawancara bersifat semi-terstruktur agar responden dapat memberikan penjelasan lebih detail.
3. Kuesioner
Kuesioner digunakan untuk menilai probabilitas dan dampak risiko dengan menggunakan skala Likert, sesuai standar penilaian risiko pada konstruksi. Teknik ini digunakan dalam analisis kuantitatif.
4. Observasi Lapangan
Observasi dilakukan untuk memastikan kebenaran kondisi pekerjaan timbunan, memperkuat validitas data, serta mengidentifikasi risiko yang tidak tercapture dalam dokumen.

2.5 Instrumen Penelitian

Menurut Gulo (2000), instrumen penelitian adalah pedoman tertulis tentang wawancara, observasi atau daftar pertanyaan yang disiapkan untuk mengumpulkan informasi. Instrumen itu disebut sebut panduan observasi atau panduan wawancara atau angket atau panduan dokumentasi, tergantung metode yang digunakan. Dalam penelitian yang menggunakan tes kuantitatif atau kuesioner, prioritas diberikan pada tanggapan terukur yang dapat diproses secara statistik.

Instrumen penelitian ini berupa kuesioner meliputi penilaian terhadap kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*consequence*) terhadap risiko yang didapat dari peneliti dan dilakukan validasi indikator risiko dengan pihak owner dan kontraktor melalui kuisisioner dan wawancara. Kuesioner risiko merupakan formulir yang berisi tentang risiko - risiko utama dan risiko yang dapat mempengaruhi keberhasilan suatu proyek Pekerjaan

Pembangunan Bendungan Jenelata Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. Kuesioner diberikan kepada responden yang terdiri dari PPK, Direksi Lapangan, Konsultan, Manajer Proyek, Pelaksana Utama dan Pelaksana.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah kuesioner penilaian risiko. Kuesioner berisi:

1. Daftar risiko pekerjaan timbunan hasil identifikasi awal
2. Penilaian tingkat kemungkinan (Likelihood)
3. Penilaian tingkat dampak (Consequences)
4. Penilaian kontrol risiko yang ada
5. Usulan mitigasi risiko dari responden

Skala penilaian Likert yang digunakan:

a. *Likelihood* (1–5):

- 1 = Sangat Rendah
- 2 = Rendah
- 3 = Sedang
- 4 = Tinggi
- 5 = Sangat Tinggi

b. *Consequence* (1–5):

- 1= Sangat Kecil
- 2= Kecil
- 3= Sedang
- 4= Besar
- 5= Sangat Besar

Nilai risiko dihitung menggunakan:

$$\text{Risk Score} = \text{Likelihood} \times \text{Consequence}$$

Instrumen wawancara dan observasi juga digunakan sebagai instrumen pendukung.

2.6 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Risiko Teknis

- Ketersediaan material timbunan
- Kesesuaian gradasi batu dengan spesifikasi
- Pemadatan dan peralatan pemadat
- Cuaca ekstrem

2. Variabel Risiko Manajerial

- Koordinasi antar-stakeholder
- Keterlambatan pengambilan keputusan
- Perencanaan pekerjaan timbunan

3. Variabel Risiko Lingkungan

- Curah hujan tinggi
- Kondisi jalan hauling
- Risiko geoteknik

4. Variabel Risiko Pengadaan (Procurement)

- Belum bebasnya quarry
- Perizinan pengambilan material
- Mobilisasi alat berat

5. Variabel Keselamatan Kerja

- Risiko kecelakaan hauling
- Risiko longsor timbunan

Semua variabel ini dievaluasi menggunakan matriks risiko

2.7 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan beberapa tahap:

1. Studi literatur
2. Analisis dokumen
3. Observasi lapangan
4. Wawancara stakeholder

Semua risiko dikelompokkan menggunakan *Risk Breakdown Structure* (RBS).

2.7.1 Analisis Risiko (Risk Analysis)

Analisis risiko dilakukan secara kuantitatif yang menggabungkan dua parameter:

1. Likelihood (kemungkinan)
2. Consequence (dampak)

$$\text{Risk Level} = \text{Likelihood} \times \text{Consequence}$$

Tingkat risiko diklasifikasikan menjadi:

1. Low Risk (1–4)
2. Moderate Risk (5–12)
3. High Risk (15–20)
4. Extreme Risk (25)

2.7.2 Evaluasi Risiko

Pada tahap ini dilakukan penentuan peringkat risiko berdasarkan skala risiko. Risiko risiko prioritas tinggi dan ekstrem ditetapkan sebagai fokus mitigasi.

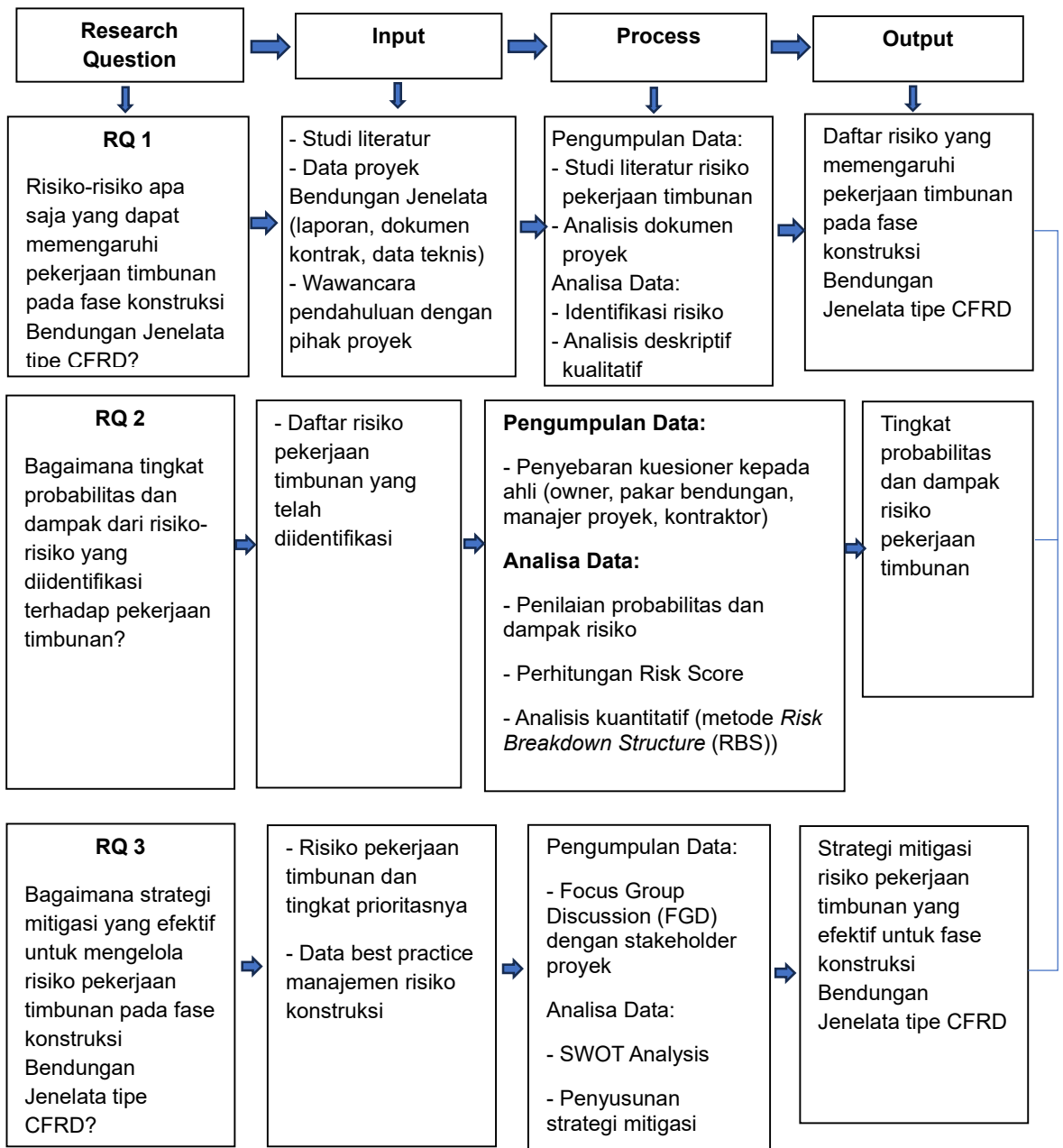
2.7.3 Mitigasi Risiko

Mitigasi disusun berdasarkan:

1. Saran responden
2. Best practice manajemen risiko konstruksi
3. Standar manajemen risiko ISO 31000

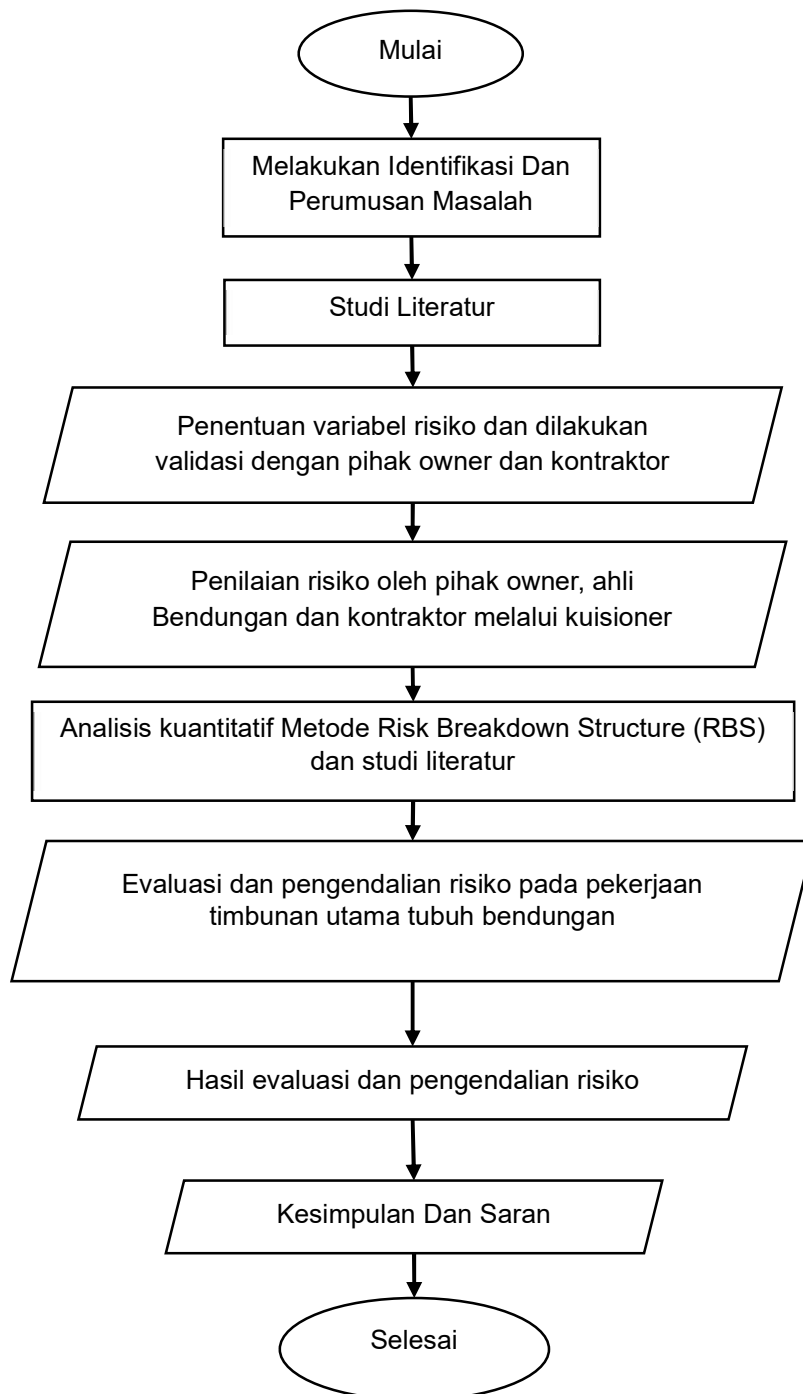
2.8 Kerangka Operasional Penelitian

Mengacu pada metode penelitian diatas, maka selanjutnya dikembangkan model operasional penelitian seperti yang tertuang dalam gambar 6.



Gambar 6. Kerangka Operasional Penelitian

2.9 Bagan Alir Penelitian



Gambar 7. Bagan Alir Penelitian

2.10 Waktu Penelitian