

Analisis Risiko Biaya, Waktu Dan Mutu Terintegrasi Pada Proyek Konstruksi

Dewa Ketut Sudarsana^{1*}

¹*Program Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Bali
e-mail: dksudarsana@unud.ac.id

ABSTRAK

Penelitian terkait analisis risiko yang sering ditemukan umumnya adalah yang secara parsial seperti risiko terhadap faktor biaya, waktu atau mutu. Analisis risiko dengan mengintegrasikan faktor risiko yang sering ditemukan adalah dengan dua faktor risiko yaitu biaya dan waktu. Kajian analisis risiko dengan memperhitungkan integrasi tiga faktor risiko yaitu biaya, mutu dan waktu ditemukan terbatas pada kasus proyek gedung. Pada paper ini dilakukan analisis dengan tiga faktor risiko biaya, mutu, waktu terintegrasi pada proyek jalan. Metode deskriptif digunakan pada penelitian ini. Analisis risiko menggunakan metode semi kuantitatif. Sumber risiko diidentifikasi dengan metode *Work Breakdown Structure* (WBS). Metode *Probability-Impact* (P-I) digunakan dalam penilaian risiko. Hasil analisis yang ditemukan pada kasus studi Proyek Peningkatan Jalan Kabupaten di Kabupaten Buleleng Bali risiko dengan peringkat tertinggi adalah pekerjaan Lapis pondasi agregat klas A dan klas B, disusul pekerjaan Lapis Laston Antara dan Laston Lapis Aus.

Kata kunci: analisis, risiko, biaya, mutu, waktu, proyek konstruksi

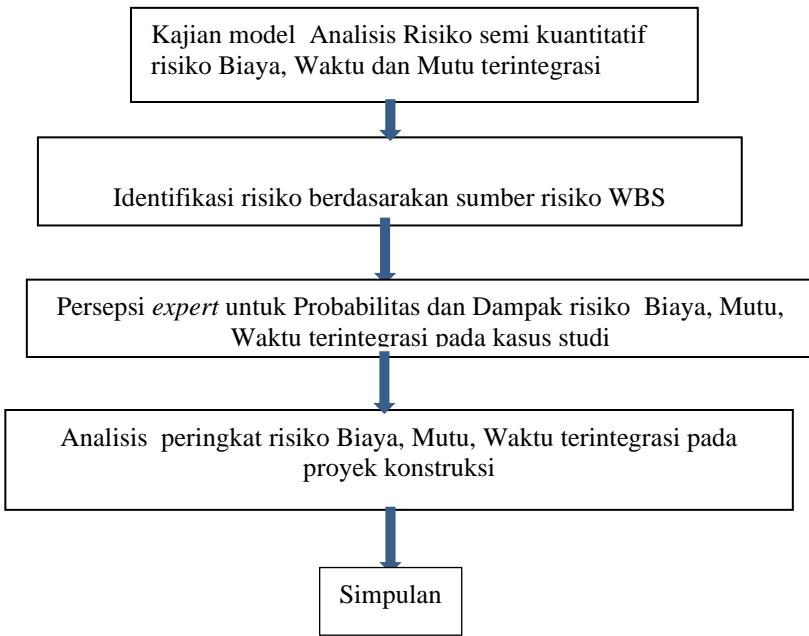
1. PENDAHULUAN

Pada masa eksekusi proyek konstruksi banyak variable kinerja proyek konstruksi yang menjadi tolak ukur keberhasilan proyek. Variabel-variable kinerja ini diantaranya lingkup pekerjaan, waktu, biaya, mutu, sumberdaya, teknologi, keselamatan dan lainnya. Setiap variable kinerja proyek ini mengandung risiko-risiko seperti risiko lingkup pekerjaan, risiko waktu, risiko biaya, risiko mutu, risiko keselamatan dan risiko lainnya. Risiko-risiko yang mungkin terjadi dapat direspon/ ditangani dengan melakukan manajemen risiko. Tahapan manajemen risiko diawali tahap analisis meliputi identifikasi risiko, penilaian risiko, respon risiko dan kontrol serta monitor risiko (PMI, 2017; Vose, 2008). Pada tapapan analisis penilaian risiko umumnya dilakukan dengan metode analisis kualitatif dengan menggunakan skala ordinal dan deskripsi operasionalnya atau kuantitatif dengan ukuran numerik. Metode analisis penilaian risiko kualitatif yang menggunakan skala ordinal kemudian dikembangkan dengan menyertakan ukuran numeric yang dikenal dengan metode analisis semi kuantitatif. Metode semi kuantitatif dikenal dengan metode hibrida kualitatif dengan kuantitatif. Analisis penilaian risiko-risiko secara kualitatif umumnya secara parsial menggunakan sumber risiko seperti aspek waktu, aspek mutu, aspek biaya, aspek keselamatan dan aspek kinerja proyek lainnya. Sedangkan keberhasilan pelaksanaan proyek konstruksi variabel-variabel kinerjanya saling berintegrasi. Berdasarkan terintegrasinya variable-variabel kinerja proyek maka diperlukan analisis risiko secara terintegrasi. Penelitian tentang analisis risiko terintergrasi yang telah dilakukan adalah integrasi risiko dua variabel yaitu aspek biaya dan waktu (Hulett & Nosbisch, 2018; Purnus & Bodea, 2014) dan integrasi tiga variabel (triple constraint) yaitu aspek biaya, waktu dan mutu (Demir et al., 2015; Vose, 2008)

2. MATERI DAN METODE

Metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini (Ferdinand, 2025). Metode semi kuantitatif digunakan pada analisis risiko. Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram dapat dilihat pada Gambar 1. Studi kasus adalah Proyek Peningkatan Jalan Kabupaten di Kabupaten Buleleng Bali. Pada Gambar 1 dapat dijelaskan tahapan penelitian yaitu:

- 1) Kajian model peneliti pendahulu terkait analisis risiko biaya, mutu, dan waktu terintegrasi dengan metode semi kuantitatif pada proyek konstruksi
- 2) Melakukan identifikasi sumber risiko berdasarkan WBS dari kasus studi
- 3) Mengumpulkan persepsi *expert* terhadap risiko probabilitas P dan dampak/impact I masing-masing aspek risiko biaya, mutu dan waktu.
- 4) Melakukan analisis peringkat risiko dari elemen risiko berdasarkan sumber risiko dari WBS



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Model analisis risiko terintegrasi biaya, waktu dan mutu ditemukan ada metode vektor dan metode simultan. Analisis risiko memiliki dua komponen yaitu probabilitas (P) dan dampak (I). Secara matematis dinyatakan dalam sebuah vektor adalah seperti pada persamaan (1) (Demir et al., 2015).

Dengan merujuk tiga kendala proyek yaitu biaya ($\text{Cost}=C$) , mutu ($\text{Quality}=Q$) dan waktu ($\text{Time} = T$), maka vektor ketiga varibel ini dengan meyertakan probabilitas risiko (P) dan dampak (I) dapat dituliskan seperti persamaan (2) (Demir et al., 2015).

$$\begin{pmatrix} C_p \\ C_l \end{pmatrix} = Cost_{PI} \quad \begin{pmatrix} T_p \\ T_l \end{pmatrix} = Time_{PI} \quad \begin{pmatrix} Q_p \\ Q_l \end{pmatrix} = Quality_{PI} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

Vektor keseluruhan yang merupakan gabungan dari vektor waktu, kualitas dan biaya disebut vektor komposit (Composite, disingkat Comp) yang dapat dituliskan adalah Comp (TQC). Penerapan perhitungan vektor ke manajemen risiko, menghasilkan rumus untuk nilai Comp (TQC) seperti pada persamaan (3) (Demir et al, 2014).

$$\sqrt{\left(\sum Probability\right)^2 + \left(\sum Impact\right)^2} = Comp(TQC) \quad \dots \quad (3)$$

Metode simultan diteliti oleh Vose (2008) yang merumuskan integrasi risiko aspek biaya, mutu dan waktu dengan metode simultan dat P-I seperti pada persamaan (4).

Dimana:

PICtq = nilai risiko integrasi aspek biaya (cost), waktu (time) dan kualitas (quality)

PIc = nilai risiko integrasi aspek biaya (cost)

PIc = nilai risiko integrasi aspek biaya (cost)
 PIt = nilai risiko integrasi aspek waktu (time)

P_{Iq} = nilai risiko integrasi aspek biaya kualitas (quality)

Skala semi kuantitatif untuk Probabilitas(P) disajikan pada Tabel 1, Sedangkan dampak risiko biaya (Ic), waktu (It) dan mutu (Iq) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Tingkat dan Skala Semi Kuantitatif Probabilitas (P)

| Skala | Tingkat | Deskripsi | Numerik |
|-------|---------------|--|---------|
| 1 | Sangat Jarang | Frekuensi atau presentase kejadianya tidak signifikan yaitu sampai dengan 20% | 0.05 |
| 2 | Jarang | Frekuensi atau presentase kejadianya tidak terlalu tinggi yaitu >20% sampai dengan 40% | 0.10 |
| 3 | Kadang-kadang | Frekuensi atau presentase kejadianya cukup yaitu > 40% sampai dengan 60% | 0.20 |
| 4 | Sering | Frekuensi atau presentase kejadianya tinggi yaitu >60% sampai dengan 80% | 0.40 |
| 5 | Sangat Sering | Frekuensi atau presentase kejadianya sangat tinggi yaitu lebih dari 80% | 0.80 |

Sumber : Pastiarsa (2015)

Tabel 2. Tingkat dan Skala Dampak Risiko Biaya (Ic), Waktu (It) dan Kualitas (Iq)

| Skala | Tingkat | Deskripsi | Biaya (Ic) | Waktu (It) | Kualitas (Iq) | Numerik |
|-------|--------------|---------------------------------|------------------------------------|------------|---|---------|
| 1 | Sangat Kecil | Kenaikan biaya tidak signifikan | Pertambahan waktu tidak signifikan | | Penurunan mutu tidak signifikan | 0.05 |
| 2 | Kecil | Kenaikan biaya < 10% | Pertambahan waktu < 5% | | Penurunan mutu masih bisa diperbaiki | 0.10 |
| 3 | Sedang | Kenaikan biaya 10-20% | Pertambahan waktu 5-10% | | Penurunan mutu perlu persetujuan | 0.20 |
| 4 | Besar | Kenaikan biaya 20-40% | Pertambahan waktu 10-20% | | Penurunan mutu tidak bisa diterima | 0.40 |
| 5 | Sangat Besar | 40% < kenaikan biaya | 20% < Pertambahan waktu | | Item akhir proyek tidak bisa dipakai secara efektif | 0.80 |

Sumber : Project Management Institute (2013)

Nilai risiko PI dari analisis semi kuantitatif untuk masing-masing risiko biaya, waktu dan mutu dikategorikan atas tiga kategori yaitu risiko tinggi, risiko moderat dan risiko rendah. Nilai kategori ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Penerimaan Risiko Biaya, Waktu dan Mutu (R)

| Penilaian Risiko | Nilai Risiko (R) |
|------------------|--------------------------|
| Risiko Tinggi | $0.18 \leq R \leq 0.72$ |
| Risiko sedang | $0.045 \leq R \leq 0.14$ |
| Risiko Rendah | $R \leq 0.040$ |

Sumber: (PMI, 2017)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil identifikasi risiko dari kasus studi berdasarkan sumber risiko dari WBS. WBS kasus studi dapat dilihat pada Tabel 4 kolom (a) untuk WBS tingkat 1 dan kolom (b) untuk WBS tingkat 2. WBS tingkat 1 secara umum sesuai dokumen pelelangan ada 10 devisi pekerjaan. Pada studi kasus pekerjaan devisi 4 dan 8 tidak termasuk lingkup pekerjaan. Hasil kompilasi persepsi responden untuk probabilitas biaya (Pc), waktu (Pt) dan mutu (Pq) dapat dilihat

pada Tabel 4 kolom (c), kolom (f) dan kolom (i). Hasil kompliasi persepsi dampak risiko biaya (I_c), dampak risiko waktu (I_t) dan dampak risiko mutu (I_q) dapat dilihat pada Tabel 4 kolom (d), (g) dan (j). Hasil nilai risiko masing-masing risiko yang merupakan hasil perkalian probabilitas (P) dengan dampak (I) yaitu risiko biaya (R_c), waktu (R_t) dan mutu (R_q) dapat dilihat pada Tabel 4 kolom (e), (h) dan (k).

Hasil penilaian risiko biaya, waktu dan mutu terintegrasi yang merukan hasil dari penjumlahan simultan R_c , R_t dan R_q yang dinyatakan dengan R_{ctq} dapat dilihat pada Tabel 4 kolom (l). Hasil nilai risiko R_{ctq} pada Tabel 4 kolom (l) dapat dilihat juga dalam bentuk grafik seperti pada Gambar 2. Grafik pada Gambar 2 disajikan berdasarkan nilai R_{ctq} dari tertinggi sampai terendah. Gambar 2 dan Tabel 4 kolom (l) dapat dilihat nilai risiko biaya, waktu dan mutu terintegrasi R_{ctq} dengan peringkat tertinggi adalah risiko pekerjaan Lapis pondasi agregat kelas A dan agregat kelas B, kemudian disusul peringkat dibawahnya adalah risiko pekerjaan Laston lapis antara (AC-BC) dan Lastos lapis aus (AC-WC). Hasil analisis risiko terintegrasi yang didapat pada penelitian ini belum dapat dibahas dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hal ini disebakan terbatasnya penelitian yang sejenis dari peneliti sebelumnya. Hal ini juga disebabkan metode identifikasi risiko berdasarkan WBS bersifat spesifik dari studi kasus, dan juga karakter proyek yang bersifat unik.

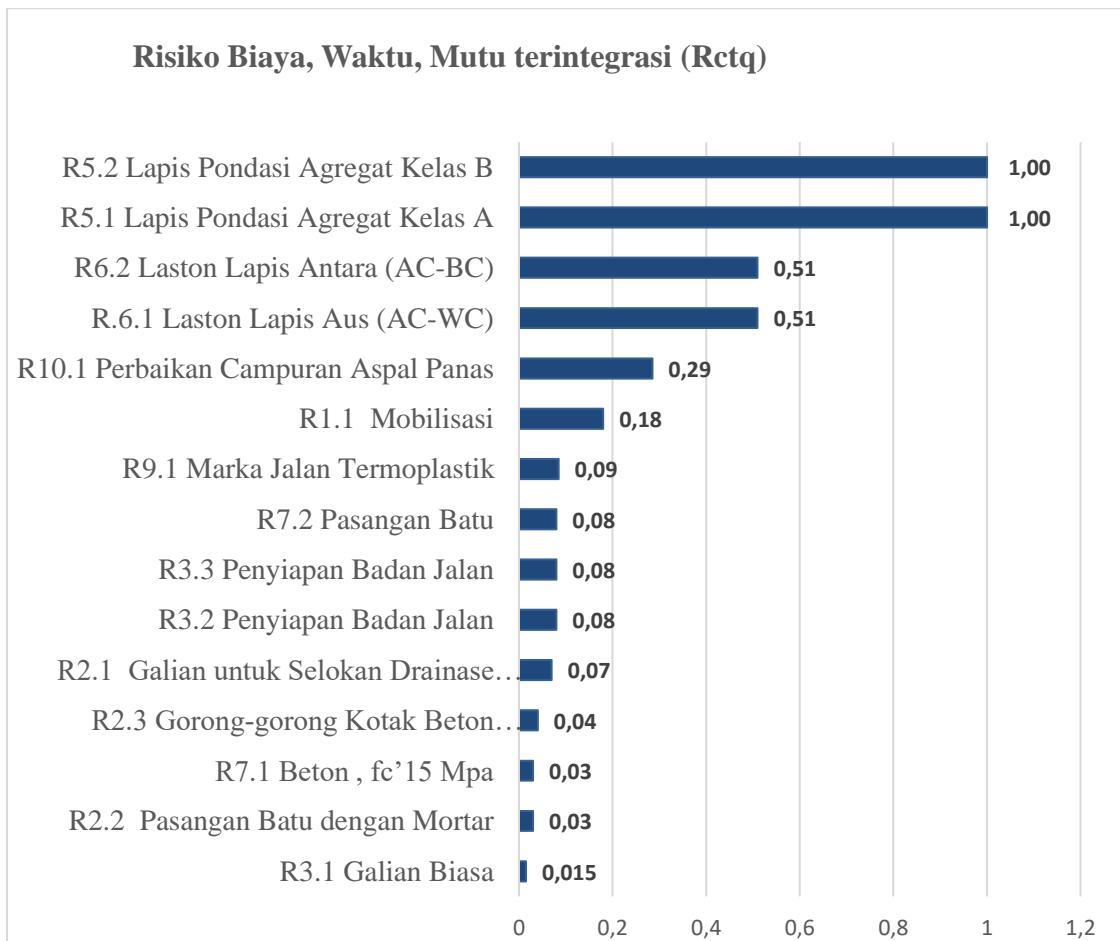
Tabel 4. Kompilasi R_c , R_t , R_q dan integrasi risiko R_{ctq} .

| WBS tingkat1 | WBS tingkat 2 | Risiko Biaya | | | Risiko Waktu | | | Risiko Mutu | | | Risiko terintegrasi |
|---|--|--------------|-------|-------------------|--------------|-------|-------------------|-------------|-------|-------------------|---------------------|
| | | P_c | I_c | $R_c = P_c * I_c$ | P_t | I_t | $R_t = P_t * I_t$ | P_q | I_q | $R_q = P_q * I_q$ | |
| (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) | (h) | (I) | (j) | (k) | (l) |
| Divisi 1. Umum | R1.1 Mobilisasi | 0.10 | 0.8 | 0.08 | 0.1 | 0.2 | 0.02 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.105 |
| Divisi 2. Drainase | R2.1 Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air | 0.10 | 0.05 | 0.005 | 0.3 | 0.2 | 0.06 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.07 |
| | R2.2 Pasangan Batu dengan Mortar | 0.10 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.03 |
| | R2.3 Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, ukuran dalam 60 cm x 60 cm | 0.10 | 0.05 | 0.005 | 0.3 | 0.1 | 0.03 | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.045 |
| Divisi 3. Pekerjaan tanah dan geosintetik | R3.1 Galian Biasa | 0.10 | 0.05 | 0.005 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.015 |
| | R3.2 Penyiapan Badan Jalan | 0.10 | 0.1 | 0.01 | 0.3 | 0.2 | 0.06 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.17 |
| | R3.3 Penyiapan Badan Jalan | 0.10 | 0.1 | 0.01 | 0.3 | 0.2 | 0.06 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.17 |
| Divisi 5. Perkerasan berbutir | R5.1 Lapis Pondasi Agregat Kelas A | 0.90 | 0.4 | 0.36 | 0.7 | 0.4 | 0.28 | 0.7 | 0.2 | 0.14 | 0.78 |
| | R5.2 Lapis Pondasi Agregat Kelas B | 0.90 | 0.4 | 0.36 | 0.7 | 0.4 | 0.28 | 0.7 | 0.2 | 0.14 | 0.78 |
| Divisi 6. Perkerasan aspal | R6.1 Laston Lapis Aus (AC-WC) | 0.30 | 0.8 | 0.24 | 0.3 | 0.1 | 0.03 | 0.1 | 0.2 | 0.02 | 0.29 |
| | R6.2 Laston Lapis Antara (AC-BC) | 0.30 | 0.8 | 0.24 | 0.3 | 0.1 | 0.03 | 0.1 | 0.2 | 0.02 | 0.29 |
| Divisi 7. Struktur | R7.1 Beton , fc'15 Mpa | 0.10 | 0.1 | 0.01 | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.7 | 0.1 | 0.07 | 0.09 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|------|-----|------|-----|------|-------|-----|------|-------|-------|
| | R7.2 Pasangan Batu | 0.10 | 0.1 | 0.01 | 0.3 | 0.2 | 0.06 | 0.1 | 0.1 | 0.01 | 0.08 |
| Divisi 9. Pekerjaan lain-lain | R9.1 Marka Jalan Termoplastik | 0.10 | 0.4 | 0.04 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.7 | 0.2 | 0.14 | 0.185 |
| Divisi 10. Pekerjaan pemeliharaan kinerja | R10.1 Perbaikan Campuran Aspal Panas | 0.70 | 0.2 | 0.14 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.1 | 0.05 | 0.005 | 0.15 |

4. KESIMPULAN

Analisis integrasi risiko biaya, mutu dan waktu pada proyek konstruksi dengan metode semi kuantitatif dengan sumber risiko berdasarkan *workbreakdown structure* (WBS) pada studi kasus Proyek Peningkatan Jalan Kabupaten di Kabupaten Buleleng Provinsi Bali ditemukan peringkat risiko tertinggi pada risiko pekerjaan Lapis pondasi agregat kelas A dan agregat kelas B, kemudian disusul peringkat dibawahnya adalah risiko pekerjaan Laston lapis antara (AC-BC) dan Lastos lapis aus (AC-WC). Peringkat risiko dari pekerjaan dari WBS dengan mengintegrasikan risiko biaya, waktu dan mutu dapat dipergunakan merumuskan tindakan mitigasi secara prioritas berdasarkan peringkat nilai risiko bagi tim proyek.



Gambar 2. Grafik Prioritas risiko integrasi aspek biaya, mutu dan waktu (Rctq)

DAFTAR PUSTAKA

- Demir, S. T., Bryde, D. J., Fearon, D. J., & Ochieng, E. G. (2015). A tool for integrating time, cost and quality perspectives in Probability Impact (P-I) tables. *International Journal of Project Organisation and Management*, 6(4), 303–318. <https://doi.org/10.1504/IJPOM.2014.066410>
- Ferdinand, A. (2025). *tesis dan desrtasi ilmu manajemen*. 1–2.
- Hulett, D. T., & Nosbisch, M. R. (2018). *Integrated Cost / Schedule Risk Analysis Using Monte Carlo Simulation of CPM Model*.
- Pastiarsa, M. (2015). *Manajemen Proyek Kontruksi Bangunan Industri : Perspektif Pemilik Proyek*. Teknosains.
- PMI. (2017). *A guide to the project management body of knowledge*.
- Project Management Institute. (2013). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)* (5th ed.). Project Management Institute, Inc.
- Purnus, A., & Bodea, C. N. (2014). Correlation between time and cost in a quantitative risk analysis of construction projects. *Procedia Engineering*, 85, 436–445. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.570>
- Vose, D. (2008). Risk Anaysis - A quantitative guide. In *John Wiley & Sons*.