

ANALISIS FAKTOR RISIKO PELAKSANAAN TERHADAP KINERJA MUTU BERBASIS SIX SIGMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR

Afrina Khairunnisa, Budi Susetyo

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, Indonesia

Email: afkhairunnisa@gmail.com, budi.susetyo@mercubuana.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabel – variabel risiko dominan yang terjadi terhadap kinerja mutu proyek, mengetahui penyebab terjadi risiko terhadap kinerja mutu proyek serta melakukan analisis pengaruh manajemen risiko terhadap kinerja mutu proyek. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian survei dengan pendekatan kuantitatif. Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara survey. Survey ini dilakukan dengan cara kuisioner dan wawancara terhadap personil yang terlibat langsung dalam kegiatan proyek. Berdasarkan dari hasil kuesioner dan analisis dengan SPSS maka variabel yang paling berpengaruh dalam pengaruh risiko terhadap kinerja mutu yang merupakan faktor – faktor yang harus lebih diperhatikan yang memiliki nilai indeks tertinggi yaitu: Kondisi Cuaca, Tenaga kerja yang tidak terampil, Kurangnya ketersediaan material, Keterlambatan pengiriman material, Ketidaktepatan dan ketidaksesuaian spesifikasi detail, Produktivitas peralatan. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa risiko tenaga kerja dan risiko pelaksanaan terhadap kinerja mutu pada pekerjaan IPA akan menyebabkan perubahan pada kinerja mutu pada pekerjaan IPA secara signifikan. Penerapan dari metode six sigma pada risiko kinerja proyek diperoleh faktor penting dan paling berpengaruh disetiap gedung – gedung pengolahan IPA. Dari perhitungan dengan menggunakan six sigma dapat mengurangi defect pada pelaksanaan pekerjaan IPA yang didapat hasil nilai DPMO sebesar 21.711 setara dengan 3,52 Sigma.

Kata kunci: Faktor Risiko, Kinerja Mutu, Proyek Pembangunan

Abstract

The purpose of this study is to determine the dominant risk variables that occur on project quality performance, determine the causes of risks to project quality performance and analyze the influence of risk management on project quality performance. The method used in this research is a survey research method with a quantitative approach. The data collection technique in this study was conducted by means of a survey. This survey was conducted by means of questionnaires and interviews with personnel directly involved in project activities. Based on the results of the questionnaire and analysis with SPSS, the most influential variables in the influence of risk on quality performance are factors that must be considered

which have the highest index values, namely: Weather Conditions, Unskilled Labor, Lack of material availability, Delivery delays material, Inaccuracy and non-conformance of detailed specifications, Productivity of equipment. The results of linear regression analysis indicate that labor risk and implementation risk on quality performance in science work will cause significant changes in quality performance in science work. The application of the six sigma method to project performance risks obtained the important and most influential factors in every building - the building of the IPA processing. From calculations using six sigma can reduce defects in the implementation of science work, the results obtained are the DPMO value of 21,711 which is equivalent to 3.52 Sigma.

Keywords: *Risk Factors, Quality Performance, Development Projects*

Pendahuluan

Air merupakan sumber daya alam yang sangat berharga dan paling potensial dalam memenuhi kebutuhan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Air juga dapat dikatakan sebagai sumber kehidupan di bumi yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh faktor pertumbuhan jumlah penduduk, melainkan air juga disebabkan oleh penggunaan air yang digunakan dalam kegiatan industri (Kodoatie dan Roestam, 2005).

Air bersih di daerah perkotaan menjadi sangat penting karena terdapat aktivitas kehidupan masyarakat kota yang sangat dinamis. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut maka penduduk daerah perkotaan tidak dapat mengandalkan air dari sumber air langsung seperti air permukaan dan air hujan karena kedua sumber air tersebut sebagian besar telah tercemar baik secara langsung maupun tidak langsung dari aktivitas manusia. Saat ini, Air tanah dan Air PAM merupakan alternatif untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

Dengan pertumbuhan penduduk dan banyaknya aktivitas yang dilakukan tentunya memberikan dampak terhadap peningkatan kebutuhan pada kuantitas dan kualitas air bersih. Pada proyek instalasi pengolahan air (IPA) Karang Anyar 2 merupakan salah satu pengolahan air yang dimiliki oleh PDAM Tirtanadi kota Palembang. Sehingga Instalasi Pengolahan Air (IPA) merupakan solusi tepat bagi penduduk kota saat ini agar tetap memperoleh air bersih yang dapat dikonsumsi sehari-hari.

Dalam hal ini sangat penting pada upaya memenuhi kebutuhan kualitas air minum atau air bersih dengan pengolahan fisika, kimia dan bakteriologi. Kualitas air baku yang semula belum memenuhi syarat kesehatan akan berubah menjadi air bersih atau minum yang aman bagi manusia. Persyaratan kualitas air dikaitkan dengan kesehatan. Pemenuhan kebutuhan air minum tidak saja diorientasikan pada kualitas sebagaimana persyaratan kesehatan air minum, tetapi sekaligus menyangkut kuantitas dan kontinuitasnya. Dalam spesifikasi teknis ini dengan acuan instalasi pengolahan air minum menggunakan standar yang berlaku yaitu SNI 6774 tahun 2008.

Pada RPJMN 2015-2019, dana APBN yang tersedia untuk pembangunan infrastruktur sektor air minum hanya sebesar Rp 33,899 Triliun. Oleh karena itu,

pembangunan konstruksi di bidang infrastruktur air perlu diupayakan dengan cara yang efisien, efektif, tepat waktu, informatif, komunikatif dan bermutu. Pembangunan IPA akan berkaitan dengan sistem jaringan pipa dan pekerjaan sipil. Sistem perpipaan berfungsi sebagai media untuk mengalirkan suatu fluida dari satu equipment ke equipment lainnya. Konstruksi sistem jaringan perpipaan dan sipil yang baik harus memenuhi standar. Yang dimana jaringan pipa tersebut tidak hanya berfungsi mengalirkan fluida saja tetapi harus bisa menjamin mutu, kualitas, keselamatan dan keamanan serta keberlangsungan air yang dialirkan.

Permasalahan yang terjadi pada konstruksi IPA dan sipil air minum adalah keterlambatan proyek konstruksi, risiko kegagalan mutu pada tahap pelaksanaan proyek, aspek manajerial pada tahap pelaksanaan seperti perencanaan dan penjadwalan proyek yang kurang sempurna, Adapun hal lain volume material yang dikirim tidak tepat, perhitungan dari engineer kontraktor kurang tepat pada saat menghitung jumlah kebutuhan pipa DN 600, hal ini disebabkan oleh kurang tepatnya design gambar dengan kondisi aktual lapangan dan efisien. Hal tersebut maka belum diterapkannya manajemen risiko yang terstruktur untuk mengidentifikasi dan memitigasi risiko yang terjadi dalam konstruksi instalasi pengolahan air (IPA).

Kajian manajemen resiko pada proyek konstruksi antara lain pemipaan IPA Kaligarang-Semarang Barat dilakukan oleh Purba, et. al (2015) dengan menggunakan korelasi antara manajemen risiko dan Work Breakdown Structure (WBS), Anggraini dan Hariastuti pada pemasangan pipa baja (2014) serta Listianti dan Sekarsari (2017) yang mengidentifikasi risiko konsultan perencana jalan dan jembatan.

Proyek konstruksi IPA tidak akan terlepas dari berbagai resiko. Bila suatu risiko konstruksi terjadi, sektor bisnis juga akan ikut terserang akibatnya akan mempengaruhi aspek penilaian kinerja perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi risiko, menganalisis risiko, mengevaluasi risiko dan merespons risiko pada proyek konstruksi IPA. Dengan identifikasi prioritas manajemen resiko diharapkan berdampak pada keberlangsungan dalam pencapaian tujuan proyek dibidang mutu kualitas (quality) agar proyek dapat tercapai sesuai yang diharapkan.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian terkait manajemen risiko yang mencakup identifikasi risiko, analisis risiko, distribusi penerimaan risiko, mitigasi risiko dan kepemilikan risiko yang bertujuan mengetahui risiko dominan yang terjadi, penyebab terjadinya risiko dan pengaruh manajemen risiko pada saat pelaksanaan proyek konstruksi Analisis Faktor Risiko Pelaksanaan Terhadap Kinerja Mutu Berbasis Six Sigma Pada Proyek Pembangunan Instalasi Pengolahan Air.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian survei dengan pendekatan kuantitatif. Berdasarkan teori metode penelitian maka strategi penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah strategi survey. Strategi survey adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari tempat tertentu yang alamiah (bukan buatan), tetapi peneliti melakukan perlakuan dalam

pengumpulan data, misalnya dengan mengedarkan kuesioner, test, wawancara terstruktur dan sebagainya (Sugiono, 2013). Penelitian ini dilakukan dengan mengambil beberapa sampel dari suatu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpul data.

Adapun teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara survey. Survey ini dilakukan dengan cara kuisisioner dan wawancara terhadap personil yang terlibat langsung dalam kegiatan proyek. Metode analisa adalah sangat penting untuk mengidentifikasi variabel - variabel yang relevan sehingga didapatkan hasil penelitian sesuai dengan tujuan. Sebagai input untuk melakukan analisa tersebut adalah data dan informasi hasil dari kuesioner para responden. Setelah itu data – data tersebut dikumpulkan kemudian dilakukan analisa data secara statistic dengan menggunakan program SPSS (Statistical Program for Social Science).

Variabel penelitian ini meliputi faktor – faktor yang berperan dalam peristiwa yang akan diteliti. Dalam penelitian ini variabel – variabel tersebut terdapat dua variabel yaitu :

a) Variabel bebas (independent)

Variabel dikatakan independen apabila variabel tersebut bertindak sebagai variabel stimulus, input, predictor dan antecedent. Variabel independen disebut juga sebagai variabel bebas atau variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel dependen (variabel terikat).

b) Variabel terikat (dependent)

Variabel dikatakan dependen apabila variabel tersebut merupakan variabel terikat yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena adanya variabel bebas.

Hubungan variabel tersebut dapat digambarkan dalam bentuk grafik $Y = f(X)$, dimana kinerja mutu digambarkan sebagai sumbu Y, sedangkan faktor risiko sebagai variabel bebas yang digambarkan pada sumbu X, dengan sebagai berikut :

Dalam model matematika hubungan tersebut dapat dinyatakan dalam fungsi yaitu :

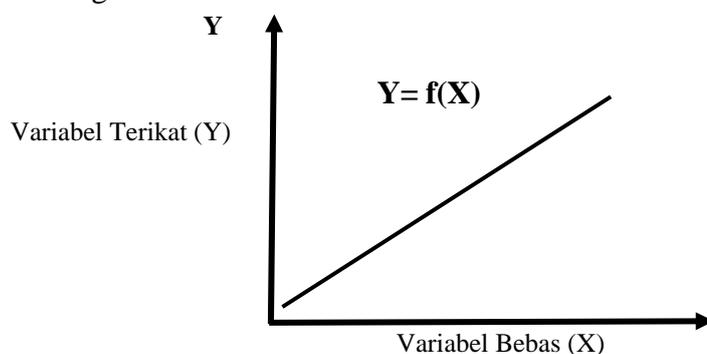
$$Y = f(X)$$

Keterangan :

Y = Variabel terikat, kinerja mutu

X = Variabel bebas, faktor – faktor risiko

F = Fungsi



Gambar 1 Hubungan Variabel Bebas dan Variabel Terikat

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Hasil dan Pembahasan

1. Pendahuluan

Dalam proses penelitian ini diperoleh dari hasil distribusi kuesioner kepada pihak – pihak yang terlibat atau pernah terlibat dalam pekerjaan proyek Instalasi Pembangunan Air. Pengolahan data untuk hasil survey kuesioner diannalisa dengan menggunakan software SPSS dengan metode six sigma. Pengolahan data ini mengikuti langkah DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) untuk memudahkan proses perbaikan serta menggunakan alat kualitas serta metode perhitungan dan statistic pada setiap langkah – langkahnya.

2. Survey Kuesioner

Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 31 Oktober 2021 sampai dengan 31 Desember 2021 pada proyek Instalasi Pembangunan Air. Proyek yang diteliti adalah proyek yang hampir selesai dikerjakan (on progress). Pada penelitian ini menggunakan metode kuesioner dan melakukan wawancara dan kepada para pakar dan koresponden di lapangan yang bertanggung jawab secara langsung dalam tahap pekerjaan Instalasi Pembangunan Air sebagai cara mengumpulkan data primer dalam mengamati dan mendapatkan keterangan – keterangan yang jelas terhadap suatu masalah yang diteliti.

Hasil Survey Validasi Pakar

Pada pembahasan ini mengenai analisa dari penelitian keterkaitan dengan hubungan antara variabel pengaruh risiko terhadap kinerja mutu proyek yaitu melalui para pakar dan responden yang selanjutnya dilakukan analisa data hubungan keterkaitan menggunakan SPSS 25.0. Metode pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran kuesioner dengan butir – butir pertanyaan yang diperoleh dari variabel penelitian yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan studi literatur, yang berkaitan dengan faktor pengaruh risiko terhadap kinerja mutu proyek. Pengumpulan data dengan penyebaran kuesioner terdiri dari tahap validasi oleh pakar dan tahap selanjutnya ke responden.

Kemudian data yang didapatkan dari hasil wawancara dengan pakar merupakan pernyataan setuju atau tidak setuju terhadap variabel – variabel penelitian tersebut. Hasilnya yang diperoleh dari proses pengumpulan data kuesione terhadap para pakar selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk pengumpulan data kuesioner terhadap responden yang langsung terlibat dalam proses pekerjaan proyek IPA. Data yang diperoleh dari para pakar diuraikan dalam tabulasi data dibawah ini. Untuk tabulasi data angka 1 sebagai nilai bagi pakar yang setuju terhadap variabel dan angka 0 sebagai nilai bagi pakar yang tidak setuju terhadap variabel. Dari hasil penjumlah apabila lebih besar atau sama dengan 3 maka variabel dianggap sudah disetujui oleh pakar untuk digunakan dalam kuesioner selanjutnya.

Dari hasil pengumpulan data yang sudah diverifikasi dan divalidasi oleh para pakar maka diperoleh variabel penelitian yang akan digunakan dalam tahap kuesioner selanjutnya, hasil yang diperoleh sebanyak 25 variabel. Kemudian hasil 25 variabel

tersebut diajukan dalam bentuk pertanyaan – pertanyaan. Kuesioner akan disebarakan kepada pihak responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek tersebut.

Pengumpulan Data Responden

Setelah Pengumpulan data survey kuesioner dilaksanakan dengan mendistribusikan kuesioner kepada orang yang terlibat langsung dalam pekerjaan proyek Instalasi Pembangunan Air dan para pakar yang sudah berpengalaman dalam pekerjaan tersebut. Kuesioner ini dilaksanakan dengan disebarakan dengan jumlah 80 buah kuesioner (angket) langsung kepada para penyedia jasa proyek Instalasi Pembangunan Air dimana, didistribusikan mulai dari bulan oktober 2021 sampai dengan Desember 2021.

3. Pengolahan Data

Kuesioner dibentuk untuk memudahkan para responden dalam pengisian dimana yang terdiri dari 7 halaman dengan 2 halaman pembuka, 1 halaman data responden, 4 halaman pertanyaan – pertanyaan. Kuesioner dilakukan setelah kuesioner masuk dalam validasi para pakar, peneliti telah mencapai 55 responden. Berdasarkan jawaban responden kepada peneliti maka menunjukkan pola/cara yang dapat digunakan untuk mengambil kesimpulan.

Data Umum

Pada bagian I terdiri pertanyaan mengenai data diri dari responden. Pertanyaan tersebut dimaksudkan untuk mengetahui latar belakang responden yang melakukan pengisian kuesioner. Oleh karena itu bagaian pertanyaan ini yang diajukan berupa tempat bekerja, jabatan, pendidikan terakhir, beserta pengalaman kerja. Memiliki jabatan project manager sebanyak 2 orang atau sama dengan 3,64 %, yang memiliki jabatan site manager sebanyak 2 orang atau sama dengan 3,64 %, yang memiliki jabatan quality control sebanyak 4 orang atau sama dengan 7,27%, yang memiliki jabatan staff engineer sebanyak 30 orang atau sama dengan 54,%, yang memiliki jabatan konsultan sebanyak 5 orang atau sama dengan 9,09 %, yang memiliki jabatan team leader sebanyak 2 orang atau sama dengan 3,64 %, yang memiliki jabatan quantity surveyor sebanyak 5 orang atau sama dengan 9,09%. Dalam kondisi ini dapat memberikan kebenaran opini.

Identifikasi Faktor Risiko

Pada penelitian ini ditujukan untuk divalidasi ke para pakar yang secara langsung pada proyek pelaksanaan pembangunan instalasi pengolahan air. Setelah divalidasi hasil variabel terdapat 25 (dua puluh) faktor atau variabel yang mempengaruhi faktor risiko terhadap kinerja mutu pada pelaksanaan proyek instalasi pembangunan air. Setelah hasil variabel didapatkan kemudian menggunakan skala likert, variabel yang diukur dijabarkan menjadi indikator variabel, kemudian indikator tersebut menyusun item – item instrumen yang berupa pertanyaan dan pernyataan. Dapat dilihat bahwa secara keseluruhan nilai rata – rata dari variabel yang dijawab cukup memuaskan.

Penentuan jumlah sampel

Penentuan jumlah sampel acak minimum dengan rumus (Hogg dan Tannis 1997)

$$\dots\dots\dots (3.1)$$

$$\dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana:

- m : Sampel dari poplasi tak terbatas
- n : Sampel dari populasi terbatas (minimum)
- Z : Nilai (e.g 1,96 untuk 95% level aman)
- P* : Derajat variasi antar elemen populasi (0,5)
- ε : Batas toleransi kesalahan (0,05)
- N : Jumlah populasi terwakili

Diketahui :

- Z = 1,96
- P* = 0,5
- ε = 0,05
- N = 25 Variabel pertanyaan

Penentuan jumlah sampel acak

$$m = \frac{Z^2 \times P^* \times (1 - P^*)}{\epsilon^2} = \frac{1,96^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{0,05^2} = 384,16 \approx 384$$

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} = \frac{384}{1 + \frac{384 - 1}{25}} = 23,52 \approx 24$$

Maka jumlah minimum sampel pakar yang harus dimiliki dalam penelitian ini adalah 24 reponden agar data yang diperoleh valid.

4. Uji Instrumen

Sebelum melakukan analisis terhadap hipotesis yang diajukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian instrument yang dipakai sebagai alat pengumpul data primer dalam penelitian dalam penelitian ini. Uji instrumen ini dilakukan yaitu pengujian validitas dan pengujian reliabilitas dengan menggunakan SPSS for windows

$$m = \frac{Z^2 \times P^* \times (1 - P^*)}{\epsilon^2} \quad 23.0.$$

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dalam pengujian validitas atau alat pengukur data menggunakan rumus korelasi dari Person Product Moment. Pengujian validitas diambil dari setiap butir variabel pernyataan digunakan analisis butir yaitu mengkorelasikan nilai setiap pernyataan dengan nilai total yang merupakan jumlah nilai dari setiap butir/variabel pernyataan.

Dalam pengujian reliabilitas menunjukkan konsistensi suatu instrumen. Suatu instrumen data dipakai dua kali atau lebih untuk mengukur gejala yang sama dan hasil pengukuran yang diperoleh relatif konsisten, maka alat pengukur tersebut dapat dikatakan reliabilitas (dapat dipercaya).

Uji Validitas

Validitas menurut (Sugiono, 2007) adalah suatu ukuran yang dapat menunjukkan kevalidan atau kesahihan dari instrument. Pada pengujian validitas ini mengacu pada sebuah instrument dalam menjalankan fungsinya. Variabel – variabel yang didapatkan dari artikel, jurnal dan karya ilmiah yang di publikasikan. Pengolahan datanya menggunakan bantuan program SPSS for windows. Sebuah instrument dapat dikatakan valid apabila instrument tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang hendak diukur.

Dari hasil data uji statistik validitas terlihat bahwa tidak ada satupun butir pernyataan dari variabel tersebut adalah valid. Syarat minimum dianggap memenuhi syarat dengan nilai $r = 0,266$. Maka kalau korelasi antara butir dengan skor total lebih dari $0,266$ maka variabel tersebut dinyatakan valid.

Uji Reliabilitas

Mencari nilai Jumlah Varians Butir ($\Sigma\sigma^2$) dengan mencari dulu varian setiap butir, kemudian di jumlahkan. Reliabilitas merupakan pengertian dimana suatu instrument cukup dapat dipercaya dan diandalkan dengan menggunakan analisis Cronbach Alpha. Apabila kuesioner dianggap andal apabila koefisien Cronbach Alpha lebih besar atau sama dengan 60% (0,6) (Arikunto, 2010). Dari hasil pengujian dari statistik reliabilitas memperlihatkan bahwa nilai dari Cronbach's Alpha, $r = 0,759$ dengan demikian seluruh 7 variabel pernyataan tersebut adalah reliabel, karena nilai Cronbach's Alpha diatas nilai minimal 0,60 sehingga dapat disimpulkan bahwa skala pengukur metode liner mempunyai reliabilitas yang baik.

5. Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi yaitu mempelajari tentang model persamaan yang menjelaskan hubungan antara satu variabel tak bebas/dependent (Y) dengan dua atau lebih variabel bebas/independent (X_1, X_2, \dots, X_n) diketahui. Pada analisis regresi berganda dalam penelitian ini mengetahui seberapa besar pengaruh variabel bebas (independent) yang terdiri dari risiko lingkungan (X_1), risiko material (X_2), risiko peralatan (X_3), risiko tenaga kerja (X_4), risiko pelaksanaan (X_5), risiko desain (X_6), risiko manajemen (X_7) terhadap variabel terikat (dependent) pengaruh risiko terhadap kinerja mutu (Y1). Dari hasil uji regresi berganda dapat dibuat persamaan sebagai berikut ini :

$$Y = \alpha + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + \beta_6X_6 + \beta_7X_7 + e$$

$$Y = 3.993 - 0,052X1 - 0,021X2 + 0,056X3 + 0,066X4 - 0,041X5 - 0,028X6 - 0,019X7$$

Keterangan:

Y = Variabel terikat yang diprediksikan (Pengaruh Risiko Terhadap Kinerja Mutu)

X1 = Variabel bebas (Risiko Lingkungan)

X2 = Variabel bebas (Risiko Material)

X3 = Variabel bebas (Risiko Peralatan)

X4 = Variabel bebas (Risiko Tenaga Kerja)

X5 = Variabel bebas (Risiko Pelaksanaan)

X6 = Variabel bebas (Risiko Desain)

X7 = Variabel bebas (Risiko Manajemen)

α = Nilai konstanta

β_1 = Koefisien regresi 1

β_2 = Koefisien regresi 2

β_3 = Koefisien regresi 3

β_4 = Koefisien regresi 4

β_5 = Koefisien regresi 5

β_6 = Koefisien regresi 6

β_7 = Koefisien regresi 7

e = Error

Dari persamaan regresi berganda linier yang terbentuk diatas dapat dijelaskan interpretasinya sebagai berikut ini :

1. Nilai konstanta α sebesar 3.993, yang artinya bahwa jika seluruh variabel nilainya 0 (nol) maka tingkat kualitas proyek sebesar positif 3.993 atau tingkat kualitas meningkat.
2. Nilai koefisien regresi variabel risiko lingkungan bernilai negatif sebesar 0,052 yang artinya jika variabel risiko lingkungan naik satu satuan maka tingkat kualitas proyek akan mengalami penurunan sebesar 0,052.
3. Nilai koefisien regresi variabel risiko peralatan bernilai positif sebesar 0,056 yang artinya jika peningkatan naik satu satuan maka tingkat kualitas proyek akan mengalami peningkatan sebesar 0,056.
4. Nilai koefisien regresi variabel risiko tenaga kerja bernilai positif sebesar 0,066 yang artinya jika peningkatan naik satu satuan maka tingkat kualitas proyek akan mengalami peningkatan sebesar 0,013.

6. Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R²)

Koefisien korelasi (R) merupakan seberapa kuat hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat sedangkan koefisien determinasi (R²) yaitu mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variabel dependent.

Berdasarkan nilai R dalam regresi linier berganda menunjukkan bahwa nilai korelasi berganda yaitu korelasi antara dua atau lebih variabel independent (variabel X) dengan variabel dependen (variabel Y). nilai R berkisar 0 sampai 1. Jika mendekati 1,

hubungan semakin erat, jika mendekati 0, hubungan semakin lemah. Nilai R didapat 0,253 yang artinya bahwa korelasi antara variabel – variabel X terhadap variabel Y erat karena mendekati 1.

Untuk nilai R square menunjukkan nilai koefisien determinasi yang mendefinisikan bahwa pengaruh variabel independent terhadap variabel dependen. Nilai R² sebesar 0,640 yang artinya pengaruh variabel – variabel X terhadap variabel Y sebesar 64%, sedangkan sisanya dipengaruhi variabel lainnya.

Untuk nilai adjusted R square menunjukkan pengaruh variabel independent terhadap variabel dependen dengan menggunakan lebih dari dua variabel independent. Nilai adjusted R² didapat 0,750 yang artinya pengaruh variabel – variabel X terhadap variabel Y sebesar 75%.

7. Uji Hipotesis

Pengujian Parsial (Uji T)

Uji t dilakukan untuk mengetahui masing – masing dari variabel bebas secara parsial terhadap variabel terikat. Dengan menggunakan uji masing – masing koefisien regresi variabel bebas apakah dapat mempengaruhi yang signifikan atau tidak terhadap variabel terikat. Pengujian parsial (Uji T) dilakukan dengan membandingkan nilai t hitung dengan t tabel. Apabila t hitung > t tabel, maka berpengaruh secara signifikan dan jika apabila t hitung < t tabel, maka berpengaruh secara tidak signifikan.

Tabel 1. Hasil Pengujian Parsial (Uji T)

Coefficients ^a				
Model	T	Sig.	Nilai t	Sig.
1				
(Constant)	5.517	.000		
Risiko Lingkungan (X1)	-.356	.724	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi
Risiko Material (X2)	.598	.553	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi
Risiko Peralatan (X3)	1.084	.284	Berpengaruh	Signifikansi
Risiko Tenaga Kerja (X4)	.821	.416	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi
Risiko Pelaksanaan (X5)	-.542	.591	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi
Risiko Desain (X6)	-.434	.666	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi
Risiko Manajemen (X7)	-.226	.822	Tidak Berpengaruh	Tidak Signifikansi

a. Dependent Variable: Pengaruh Risiko Terhadap Kinerja Mutu

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Pada tabel diatas dijelaskan bahwa hasil rekapitan uji t variabel bebas terhadap variabel terikat berdasarkan nilai t tabel dan signifikansi menunjukkan bahwa ada beberapa variabel bebas yang berpengaruh signifikan secara parsial terhadap variabel terikat dan Ho ditolak, Ha diterima yakni :

- Variabel Risiko Peralatan (X3)

Dari variabel bebas yang berpengaruh secara parsial terhadap variabel terikat yang didapatkan hasil nilai t hitung sebesar 1.084 dengan nilai sig sebesar 0,284 maka demikian menunjukkan memiliki pengaruh signifikan terhadap risiko kinerja mutu. Dari hasil tersebut maka didapatkan variabel bebas yang memiliki faktor dominan terhadap

variabel terikat yakni variabel risiko peralatan maka dapat dijelaskan sebagai berikut : Pengaruh dari risiko peralatan dalam proyek berpengaruh signifikan terhadap kinerja mutu proyek. Hal tersebut dikarenakan dari hasil wawancara menjelaskan berjalannya proyek saat peralatan yang tidak sesuai dengan kondisi kerja makanya dapat mempengaruhi kualitas dari mutu kinerja proyek tersebut. Kondisi lainnya saat kerusakan alat berat sering terjadi dapat mempengaruhi produktifitas dari para pekerja yang berkurang. Maka dari itu sebaiknya perlu diperhatikannya produktifitas pada peralatan sehingga terciptanya kinerja mutu proyek yang baik.

Pengujian Simultan (Uji F)

Uji F digunakan untuk menguji apakah secara bersama-sama seluruh variabel independent mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel dependent. Dasar pengambilan keputusan:

- a. Apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel terikat X secara bersama- sama terhadap variabel bebas Y.
- b. Apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima, berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel terikat X secara bersama-sama terhadap variabel bebas Y.

Tabel 2. Hasil Data Uji F

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	27.630	7	1.271	7.461	.000 ^b
	Residual	1.897	47	.588		
	Total	29.527	54			

a. Dependent Variable: Total Y1

b. Predictors: (Constant), Total X7, Total X1, Total X6, Total X3, Total X4, Total X2, Total X5

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Berdasarkan pada tabel diatas bahwa hasil uji F hitung sebesar 7,461 dan untuk menghitung nilai F tabel dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ maka nilai F tabel = (α ; Df1; Df2) menjadi $Df1 = (k - 1) = (7 - 1) = 6$, $Df2 = (n - k) = (55 - 6) = 49$ maka nilai F tabel $(0,05; 6; 49) = 2,290$

Kriteria pengujian jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, H_0 diterima, H_a ditolak. Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, H_0 ditolak, H_a diterima. Berdasarkan nilai F hitung $> F_{tabel}$ atau $7,461 > 2,290$ sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa variabel – variabel X secara bersama – sama (simultan) berpengaruh terhadap variabel Y kinerja mutu proyek.

Berdasarkan nilai signifikansi, jika nilai signifikansi $\leq 0,05$, H_0 ditolak, H_a diterima dan jika nilai signifikansi $> 0,05$ H_0 diterima, H_a ditolak. Nilai signifikansi pada uji F kurang dari 0,05($0,000 < 0,05$), sehingga H_0 ditolak, H_a diterima yang artinya variabel – variabel independent secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen.

8. Penerapan Six Sigma

Six sigma merupakan metode yang sangat tepat digunakan dalam pendekatan sistematis untuk menghilangkan pemborosan (waste) atau aktifitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus – menerus untuk mencapai tingkat kinerja enam sigma (Nyata, 2017). Penelitian ini menggunakan metode Lean Six Sigma akan diintegrasikan kedalam metodologi DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement dan Control*) yang bertujuan untuk menentukan nilai total dari pekerjaan defect dan total dari kemungkinan terjadinya defect dalam setiap pengecekan pekerjaan (*Defect per million opportunities*). Maka dalam hal ini penulis menggunakan metode six sigma untuk pekerjaan proyek ini dimana tahapan peningkatan kualitas pekerjaannya adalah dengan menerapkan evaluasi DMAIC sebagai berikut :

1. DEFINE

Define yang dimana merupakan awalan dalam metode six sigma, pada tahapan ini yaitu tahapan dimana mengenai permasalahan apa yang terjadi saat ini, dan menentukan aktifitas mana yang termasuk value added dan non value added dengan pembuatan tabel SIPOC (*Supplier, Input, Proses, Output dan Customer*).

2. MEASURE

Measure yaitu tahapan dimana mengukur kualitas yang dihasilkan dari setiap pekerjaan, mengidentifikasi hasil pekerjaan yang mengacu kepada CTQ (*Critical to quality*). Untuk menentukan hasil total dari pekerjaan defect dan total dari kemungkinan terjadinya defect dalam setiap pengecekan pekerjaan dengan cara DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). Dari checklist yang dilakukan bersama dengan pemilik proyek (owner), berhasil menemukan temuan-temuan pekerjaan yang memiliki mutu yang tidak sesuai dengan target, hasil defect yang dituangkan dalam Non Conformance Report (NCR) dan *Post Concreting* ceklis pada pengecekan yang dilakukan antara kontraktor dan konsultan.

Tabel 3.
summary defect dari ceklis *Non Conformance Report(NCR)* dan *Post Concreting* pada dinding bangunan IPA

No	Item Pekerjaan	Lokasi Pier	Jumlah Lokasi Seluruhnya	Jumlah Titik Lokasi Yang Cacat	Keterangan
Dinding Bangunan IPA (D1- D154)					
1	Bekisting Dinding	D4 – D8	308	5	CLOSED
2	Pengecoran	D4 – D6	154	57	CLOSED
TOTAL DEFECTS				62	

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Tabel 4
summary defect dari ceklis Non Conformance Report (NCR) dan Post Concreting
pada atap bangunan IPA

No	Item Pekerjaan	Lokasi Pier	Jumlah Lokasi Seluruhnya	Jumlah Titik Lokasi Yang Cacat	Keterangan
Atap Bangunan IPA (A1- A100)					
1	Spandek	A7 – A10	100	4	CLOSED
TOTAL DEFECTS				4	

(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Dari data tabel diatas dapat dilihat untuk mencari nilai DPMO dengan nilai *defect peropportunities* untuk pekerjaan instalasi pengolahan air *slab track* :

$$DPU = \frac{D}{U}$$

$$DPU = \frac{DPO}{O}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Dimana :

U = Unit

OP = Opportunities

D = Defect

DPU = Defect per unit

DPMO = DPO x 1.000.000

DPO = Defect per Opportunities

DPOM= Defect per million opportunities

Diketahui : Jumlah *defect* dari ceklis *post concreting* dan NCR = 66 (D)

Jumlah *Opportunities* = 20 (O)

Jumlah *Station* = 2 (U)

Jumlah rata – rata *pier per section* = 19 unit

Ditanyakan : DPMO?

$$DPU = \frac{D}{U} = \frac{66}{2} = 31 \text{ defects per section}$$

DPU merupakan hasil rata – rata defect yang dihasilkan pada setiap section.

$$DPU = \frac{DPU}{O} = \frac{31}{20 \times 4 \times 19} = 0,02171053 \text{ defect per opportunity}$$

$$DPMO = 0,02171053 \times 1.000.000 = 21.710,53 \approx 21.711$$

Dari data sigma yang ditunjukkan pada tabel diatas untuk *defect* yang dihasilkan dari pekerjaan instalasi pengolahan air dengan nilai DPMO sebesar 21.711 setara dengan 3,52 *Sigma* berikut dari tabel nilai sigma :

Tabel 5.
Hubungan Sigma dan DPMO

<i>SIGMA</i>	<i>PARTS PER MILLION</i>
6 Sigma	3,4 defects per million
5 Sigma	233 defects per million
4 Sigma	6.210 defects per million
3,52 Sigma	21.711 defects per million
3 Sigma	66.807 defects per million
2 Sigma	308.537 defects per million
1 Sigma	690.000 defects per million

Dari tabel diatas nilai *sigma* diatas dapat disimpul bahwa pembangunan instalasi pengolahan air memiliki nilai cacat dan kemungkinan terjadinya cacat pada pekerjaan ini cukup tinggi.

Selain itu dapat juga menggunakan grafik *pareto* mempermudah kita untuk fokus kepada faktor dalam memperbaiki *defect* pekerjaan yang sering terjadi. Diagram *pareto* dapat menjawab isu :

1. Dapat mengetahui item – item pekerjaan *defect* yang sering terjadi pada proyek tersebut.
2. Untuk mengetahui sumber penyebab dari *defect* tersebut.
3. Memberikan fokus kepada tim konstruksi untuk mengurangi pekerjaan *defect* tersebut.



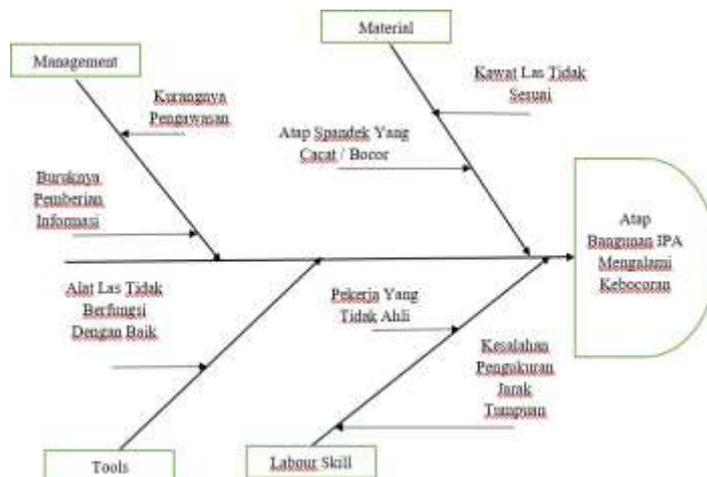
Gambar 1. Diagram pareto pada IPA
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Dari Gambar diatas, didapatkan jumlah defect yang paling sering terjadi pada proyek instalasi pengolahan air adalah pekerjaan pengecoran, kemudian pekerjaan

pemasangan spandek, setelah itu disusul pekerjaan bekisting dinding dan terakhir pekerjaan pengelasan pipa distribusi.

3. ANALYZE

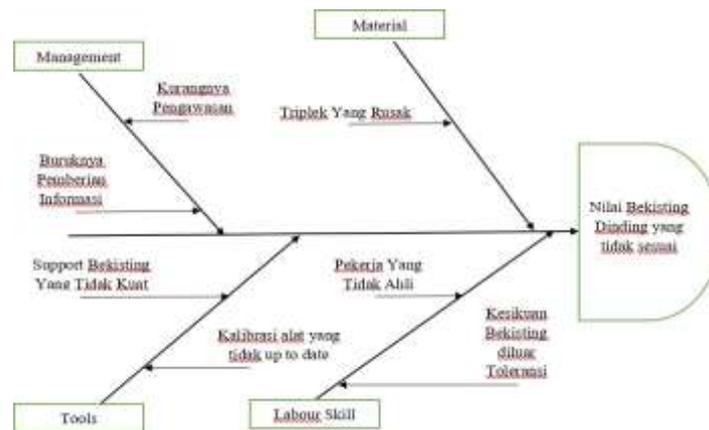
Untuk menganalisis penyebab dan akibat dari defect suatu pekerjaan tersebut. Penyajian dalam tahap analisa ini adalah menggunakan diagram fishbone diagram atau ishikawa diagram pada setiap defect untuk lebih mudah dimengerti.



Gambar 2. Fishbone diagram pekerjaan bekisting Dinding Bangunan IPA

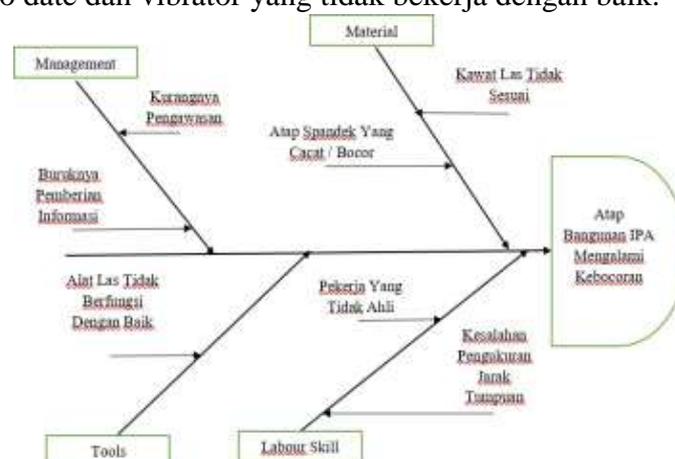
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Pada gambar diatas merupakan fishbone diagram dari pekerjaan Bekisting Dinding Bangunan IPA, yang dapat dilihat bahwa dalam defect-defect yang dihasilkan dalam pekerjaan dari pekerjaan Bekisting Dinding Bangunan IPA disebabkan oleh beberapa faktor yaitumasalah manajemen yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan dalam pekerjaan, keterampilan pekerja yang disebabkan ketidakhlian pekerja dalam mengerjakan pekerjaan, sehingga menyebabkan kesikuan bekisting diluar toleransi. Kemudian masalah material yang disebabkan karena triplek yang rusak / cacat. Selain itu masalah dari alat-alat yang digunakan berupa kalibrasi alat yang tidak up to date (Waterpass / Total Station) sehingga dapat menyebabkan kesalahan pada saat melakukan pekerjaan load / pengukuran, dan *support* bekisting yang tidak kuat.



Gambar 3. Fishbone diagram pekerjaan Pengecoran Dinding Bangunan IPA
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Pada gambar diatas merupakan fishbone diagram dari pekerjaan pengecoran Dinding Bangunan IPA, yang dapat dilihat bahwa dalam *defect-defect* yang dihasilkan dalam pekerjaan pengecoran Dinding Bangunan IPA disebabkan oleh beberapa faktor yaitu masalah manajemen yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan dalam pekerjaan, keterampilan pekerja yang disebabkan kelalaian pekerja dalam pemberian lem beton yang tidak merata dan banyaknya *lost time* yang disebabkan oleh keterlambatan pengiriman ready mix / beton, keterlambatan pengiriman ini disebabkan oleh adanya kemacetan lalu lintas, sehingga menyebabkan kurang homogenya beton. Kemudian masalah material yang disebabkan karena Permukaan bekisting yang tidak rata dikarenakan adanya penggunaan bekisting yang berulang, Gradasi agregat yang tidak baik dan Nilai slump yang tidak sesuai spesifikasi dikarenakan adanya penambahan zat additive (*Integral*) yang berlebihan, sehingga membuat beton terlalu encer / cair. Selain itu masalah dari alat-alat yang digunakan bisa berupa kalibrasi alat yang tidak up to date dan vibrator yang tidak bekerja dengan baik.



Gambar 4. Fishbone diagram pekerjaan Pemasangan Atap Bangunan IPA
(Sumber : Hasil Olahan Peneliti, 2022)

Analisis Faktor Risiko Pelaksanaan terhadap Kinerja Mutu Berbasis Six Sigma pada Proyek Pembangunan Instalasi Pengolahan Air

Pada gambar diatas merupakan fishbone diagram dari pekerjaan Pemasangan Atap Bangunan IPA, yang dapat dilihat bahwa dalam defect-defect yang dihasilkan dalam pekerjaan Pemasangan Atap Bangunan IPA disebabkan oleh beberapa faktor yaitu masalah manajemen yang disebabkan oleh kurangnya pengawasan dalam pekerjaan, keterampilan pekerja yang disebabkan ketidakhlian pekerja dalam mengerjakan pekerjaan, sehingga menyebabkan kesalahan dalam pengukuran jarak tumpuan. Kemudian masalah material yang disebabkan karena atap spandek yang cacat / bocor. Kebocoran ini juga dapat disebabkan pemberian sealent yang kurang baik. Selain itu masalah dari alat-alat las tidak berfungsi dengan baik, sehingga membuat hasil pengelasan tidak baik.

4. IMPROVEMENT

Berdasarkan hasil yang diberikan pada tahap ini akan diberikan usulan-usulan (brainstorming), dengan usulan ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada tim proyek, apa saja yang dapat dilakukan untuk menjadikan pekerjaan tersebut menjadi lebih baik dengan melakukan PDCA (Plan, Do, Check, Action).

Sehingga pada defect pekerjaan diatas dapat berkurang dan diperbaiki. Berikut rekomendasi untuk mengurangi defect dan perbaikannya :

Tabel 6
Rekomendasi untuk mengurangi defect pada pekerjaan bangunan IPA

No	DEFECT	PERBAIKKAN
1	Bekisting	<ul style="list-style-type: none"> a. Membersihkan permukaan bekisting. b. Bekisting harus dilapisi dengan menggunakan <i>Release Agent</i> pada permukaan bekisting yang menempel pada permukaan beton. c. Hindari penggunaan bekisting yang berulang – ulang.
2	Pengecoran	<ul style="list-style-type: none"> a. Hindari pengecoran di jam – jam saat kemacetan lalu lintas terjadi. b. Penggunaan curing compound untuk memperkecil resiko shrinkage cracking. c. Membuat rancangan campuran yang memadai, dengan atau tanpa bahan admixture. d. Mengawasi Teknisi <i>Supplier ready mix/ beton</i> pada saat pencampuran zat addictive (integral) agar <i>slump test</i> beton sesuai rencana.
3	Spandek	<ul style="list-style-type: none"> a. Memberi sealent pada titik kebocoran spandek. b. Memperhitungkan ulang desain kuda – kuda Mengukur ulang seberapa luas ruang yang tersedia serta besarnya atap spandek

5. CONTROL

Control merupakan fase dimana memantau cara alternatif dalam perbaikan yang telah direncanakan yang dapat benar-benar diaplikasikan dan apakah perbaikan terhadap mutu pekerjaan tersebut dapat mengurangi nilai defect pekerjaan. Mekanisme control yang pertama adalah pembuatan control sheet untuk mengingatkan kontraktor mengenai hal-hal yang harus mereka lakukan sebagai maintenance pengolahan. Selain itu kedepannya diperlukan control chart secara berkala dimana mengetahui proses in control atau tidak. Untuk contoh control sheet/checklist dari improvement adalah pekerjaan pengecekan pengolahan air secara berkala.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil kuesioner dan analisis dengan SPSS maka variabel yang paling berpengaruh dalam pengaruh risiko terhadap kinerja mutu yang merupakan faktor – faktor yang harus lebih diperhatikan yang memiliki nilai indeks tertinggi yaitu: Kondisi Cuaca, Tenaga kerja yang tidak terampil, Kurangnya ketersediaan material, Keterlambatan pengiriman material, Ketidaktepatan dan ketidaksesuaian spesifikasi detail, Produktivitas peralatan.
2. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa risiko tenaga kerja dan risiko pelaksanaan terhadap kinerja mutu pada pekerjaan IPA akan menyebabkan perubahan pada kinerja mutu pada pekerjaan IPA secara signifikan.
3. Penerapan dari metode six sigma pada risiko kinerja proyek diperoleh faktor penting dan paling berpengaruh di setiap gedung – gedung pengolahan IPA, faktor – faktor yang berpengaruh yaitu :
 - a. pekerjaan pengecoran,
 - b. pekerjaan pemasangan spandek, setelah itu disusul
 - c. pekerjaan bekisting
4. Dari perhitungan dengan menggunakan six sigma dapat mengurangi defect pada pelaksanaan pekerjaan IPA yang didapat hasil nilai DPMO sebesar 21.711 setara dengan 3,52 Sigma.

BIBLIOGRAFI

- Adams, F. (2008). Construction contract risk management: a study of practices in the United Kingdom. *Cost Engineering*, 50(1), 22–33.
- Aditya, O., & Naomi, P. (2017). Penerapan Manajemen Risiko Perusahaan dan Nilai Perusahaan di Sektor Konstruksi dan Properti. *Esensi: Jurnal Bisnis Dan Manajemen*, 7(2), 167–180. <https://doi.org/10.15408/ess.v7i2.4981>
- Gustinawati, H. (2018). Evaluasi dan Optimalisasi Sistem Pengolahan Air Minum Pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) Jaluko Kapasitas 50 L/S Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Daur Lingkungan*, 1(1), 29. <https://doi.org/10.33087/daurling.v1i1.6>
- Iqbal, S., Choudhry, R. M., Holschemacher, K., Ali, A., & Tamošaitienė, J. (2015). Risk management in construction projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(1), 65–78. <https://doi.org/10.3846/20294913.2014.994582>
- Ismiyati, I., Sanggawuri, R., & Handajani, M. (2020). Penerapan Manajemen Risiko pada Pembangunan Proyek Perpanjangan Dermaga log (Studi Kasus: Pelabuhan Dalam Tanjung Emas Semarang). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 25(2), 209. <https://doi.org/10.14710/mkts.v25i2.19467>
- Jayasudha, K., & Vidivelli, B. (2015). An Assessment and Analysis of Major Risks in Construction Projects. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 03(05), 846–857.
- Jenggawah, N., Pada, S., Berpikir, K., Dan, K., & Belajar, M. (2010). Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Jember Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember.
- Khamim, M., & Riyanto, S. (2003). PERUMAHAN TERHADAP PENCAPAIAN SASARAN. 103–110.
- Kurniawan, A., & Wibowo, A. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi maturitas enterprise risk management (ERM) kontraktor besar di Indonesia. *Rekayasa Sipil*, 5(2), 99–110.
- Milyardi, R. (2020). Perbandingan Karakteristik Manajemen Risiko Konstruksi Pada Kontraktor Bumh Dan Swasta. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 12–37. <https://doi.org/10.28932/jts.v16i1.2399>
- Nurlela, & Suprpto, H. (2010). Identifikasi dan Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Infrastruktur Bangunan Gedung Bertingkat. *Jurnal Ilmiah Desain Dan Konstruksi*, 13(2), 114–124.
- Pantai, P., Provinsi, D. I., & Barat, S. (2014). Kinerja Waktu Proyek Pembangunan.
- Pertiwi, H. (2017). Implementasi Manajemen Risiko Berdasarkan PMBOK Untuk Mencegah Keterlambatan Proyek Area Jawa Timur (Studi Kasus: PT. Telkom). *Jurnal Studi Manajemen Dan Bisnis*, 4(2), 96–108. <https://doi.org/10.21107/jsmb.v4i2.3959>

- Putera, I. G., Harmayani, K., & Putra, I. G. (2019). Pengolahan Air Limbah Terpusat Kota Denpasar Tahap II (Jaringan Air Limbah Pedungan). *Spektran, Jurnal Studi, Program Teknik, Magister Universitas, Sipil*, 7(1), 42–50.
- Rahmawati, N., & Tenriajeng, A. T. (2020). Analisis Manajemen Risiko Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Bekasi-Cawang- Kampung Melayu). *Rekayasa Sipil*, 14(1), 18–25. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2020.014.01.3>
- Sandhyavitri, A., & Saputra, N. (2019). Analisis Risiko Jalan Tol Tahap Pra Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekan Baru-Dumai). *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1–19. <https://doi.org/10.28932/jts.v9i1.1366>
- Sandhyavitri, A., & Zulfiqar, M. (2005). Pada Tahap Konstruksi (Studi Kasus Jalan Tol Pekanbaru-Dumai). *Jurnal Teknik Sipil*, 10(iii), 1–15.
- SANTOSO, N. B. (2017). Analisis Manajemen Risiko Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Ngawi - Kertosono Ruas Ngawi - Kertosono Paket 3). 1–15.
- Spektran, J. (2019). Manajemen Risiko Terhadap Pelaksanaan Proyek Konstruksi Hotel Di Kawasan Sarbagita. *Jurnal Spektran*, 7(1), 51–57.
- Ui, F. T. (2012). Contoh Tesis Pengelolaan Risiko Pada Pelaksanaan Proyek.
- Yuliana, C. (2017). Manajemen Risiko Kontrak Untuk Proyek Konstruksi. *Rekayasa Sipil*, 11(1), 9–16. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2017.011.01.2>.

Copyright holder:

Afrina Khairunnisa, Budi Susetyo (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

