

## ANALISIS RESIKO KONSTRUKSI SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM UMBULAN

**Firta Riyanti Dewi Kurnia Sari**

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
email: sipil@untag-sby.ac.id

### Abstrak

Proyek SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum) Umbulan merupakan proyek prioritas Pemerintah yang terdapat dalam MP3EI dengan masa konsesi berlangsung selama 25 tahun. Jangka waktu yang panjang ini akan menimbulkan banyak resiko, karena kondisi yang “*uncertainty*”. Masing-masing resiko tersebut spesifik dan kompleks. Resiko dalam bidang konstruksi itu sendiri sangat beragam dan kompleks dan diperlukan analisa resiko secara detail. Resiko dalam bidang konstruksi sangat berpengaruh terhadap kesuksesan kerjasama. Penelitian ini bertujuan untuk mencari urutan tingkat resiko, serta menentukan metode konstruksi yang tepat untuk pemasangan pipa transmisi SPAM Umbulan. Penelitian dilakukan dengan analisa kuantitatif dengan menggunakan purposive sampling yaitu pada personil yang terlibat langsung pada pemasangan SPAM. Berdasarkan model yang dikembangkan dari teori yang relevan dengan melakukan pengujian atas model dengan menggunakan Confirmatory Factor Analysis (CFA) berbasis AMOS. Analisa kualitatif digunakan untuk menentukan metode pemasangan pipa sesuai dengan kondisi lebar jalan yang ada. Metode pemasangan pipa dibedakan menjadi 3 metode sesuai dengan kondisi lahan, yaitu metode open trench, metode microtunnel dan metode pipe bridge. Dengan menggunakan analisa Confirmatory Factor Analysis pada metode open trench diperoleh bahwa resiko tertinggi terdapat pada variabel kondisi lahan dengan loading factor 0,937, pada metode microtunnel diperoleh bahwa resiko tertinggi terdapat pada variabel teknik dan konstruksi dengan loading factor 0,963, sedangkan pada metode pipe bridge diperoleh resiko tertinggi terdapat pada variabel peralatan dengan loading factor 0,926. Pada penggalian Tipe A dan Tipe B dilakukan dengan menggunakan alat berat sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah. Sedangkan pada penggalian Tipe C dengan cara manual membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan alat, dan karena lamanya proses tersebut mengakibatkan biaya yang lebih besar.

**Kata kunci:** *Resiko konstruksi, metode konstruksi.*

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Proyek SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum) Umbulan merupakan proyek yang memerlukan biaya sangat besar, sesuai dengan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/105/KPTS/013/2012 ditetapkan sebesar Rp. 2.3 milyar, dengan masa konsesi 25 tahun. Jangka waktu yang panjang ini akan menimbulkan banyak resiko, Karena tidak ada yang akan mengetahui kejadian apa yang akan terjadi pada masa konsesi tersebut.

Masing-masing resiko tersebut spesifik dan kompleks, sehingga untuk menguasai resiko pada tiap aspek resiko

diperlukan bidang keahlian yang sesuai. Sedangkan dalam bidang teknik sipil, jenis resiko yang perlu dipelajari dengan lebih dalam adalah resiko konstruksi. Resiko dalam bidang konstruksi itu sendiri sangat beragam dan kompleks dan diperlukan analisa resiko secara detail. Resiko dalam bidang konstruksi sangat berpengaruh terhadap kesuksesan kerjasama.

Penelitian ini penting dan sangat berguna, untuk mengetahui rangking resiko pada pemasangan pipa dalam berbagai model, khususnya pada jalur Umbulan–Gempol di bagian *upstream*. Karena untuk memasang pipa dengan diameter lebih kurang dua meter pada ruas jalan dengan lebar terbatas sangat tinggi risikonya. Hal

tersebut dapat mengakibatkan berbagai kerusakan pada jalan dan lingkungan di sekitarnya.

Sehingga sangatlah penting untuk membuat analisa resiko untuk pekerjaan dengan tingkat kesulitan tinggi tersebut. Dengan demikian dapat lebih fokus kepada hal-hal yang diprediksi akan muncul dan segera menyusun langkah antisipasi penanggulangan resiko serta membuat metode yang tepat terhadap kemungkinan pelaksanaan konstruksi tersebut. Sehingga resiko yang berpotensi mempengaruhi kinerja, produktivitas, mutu dan biaya dapat ditanggulangi secara tepat dengan porsi dan tanggung jawab masing-masing pihak. Dengan demikian diharapkan pihak pemerintah dan swasta dapat mereduksi konflik yang ada dan dapat memberikan keuntungan pada kedua belah pihak dan masyarakat.

### 1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa tingkat level risiko pada masing-masing faktor penyebab risiko yang terdapat pada desain, konstruksi dan uji operasi pada jalur Umbulan- Gempol bagian *upstream*?
2. Berapa lebar jalan yang paling optimal bila dibandingkan dengan diameter pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum Umbulan, jalur Umbulan-Gempol bagian *upstream*?
3. Bagaimana menentukan respon risiko pada beberapa model pemasangan pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum Umbulan, jalur Umbulan-Gempol bagian *upstream*?

### 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan level risiko pada masing-masing faktor penyebab risiko yang terdapat pada desain, konstruksi dan uji operasi pada jalur Umbulan- Gempol bagian *upstream*.
2. Menentukan optimal lebar jalan dan diameter pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum Umbulan, jalur Umbulan-Gempol bagian *upstream*.

3. Menentukan respon risiko pada beberapa model pemasangan pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum Umbulan, jalur Umbulan-Gempol bagian *upstream*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Mata Air Umbulan sebagai sumber air baku air minum memiliki potensi terbaik baik dari segi kuantitas air yang akan dipasok maupun kualitas airnya. Paparan singkat kondisi Mata Air Umbulan, pemanfaatan dan fasilitasnya yang ada pada saat ini adalah sebagai berikut:

- Sumber air tersebut terletak di Desa Kedung Waru dan Umbulan, Kecamatan Winongan, Kabupaten Pasuruan. Terletak 22 km dari Kota Pasuruan.
- Luas lahan mata air adalah 48.961 m<sup>2</sup>
- Tinggi sumber dari permukaan air laut ± 24,8 m.
- Kapasitas sumber air Mata Air Umbulan adalah 5.000 liter/detik. Pemanfaatan oleh Kota Pasuruan sejak tahun 1917. Kota Surabaya memanfaatkan sejak tahun 1923. PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Kota Pasuruan saat ini memiliki ijin pengambilan sebesar 165 liter/detik. Mata Air Umbulan terbagi dalam penggunaan-penggunaan untuk;
  - PDAM Kota Surabaya: 110 lt/dt
  - Saluran kanal penggerak pompa turbin : 1.200 lt/dt
  - Irigasi :188 lt/dt
  - Balai Benih Ikan :200 lt/dt

Selanjutnya akan dimanfaatkan sebesar 4.000 liter/detik untuk lima Kabupaten/Kota yang terdiri dari : Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya, Kabupaten Gresik .

### 2.1. Tipe 1 Open Trench

Tabel 1 Identifikasi Resiko Konstruksi Pemasangan Pipa Sejajar Jalan Dan Crossing Jalan Dengan Metode *Open Trench*

Klasifikasi Resiko	Faktor Resiko
Teknik dan Konstruksi	1 Penentuan dan pembersihan area ROW untuk akses material dan peralatan
	2 Metode excavasi berdasarkan diameter pipa dan lebar jalan untuk pembuatan trench
	3 <i>Clearing dan filling</i> tanah (elevasi kondisi lapangan tidak sama dengan elevasi pipa)
	4 Metode pembuangan material buangan
	5 Proteksi <i>slope</i> , sistem dinding penahan longsor
	6 Teknologi tinggi
	7 Proses <i>welding dan coating</i> ulang pada sambungan pipa untuk menghindari korosi
	8 Proses <i>dewatering</i>
	9 Proses penimbunan kembali
	10 Proses pengembalian <i>top soil</i> dan pembersihan ROW
	11 Gangguan cuaca
	12 Keterbatasan waktu kerja akibat beroperasinya jalan
	13 Lalu lintas yang padat dapat menyebabkan getaran yang mengakibatkan kegagalan <i>slope</i>
Material	14 Stok material
	15 Penataan material di sepanjang <i>trench</i>
	16 Akses material menuju site
	17 Material tidak sesuai spesifikasi
	18 Kerusakan material dalam pengangkutan
Peralatan	19 Tidak tersedia alat berat yang diperlukan
	20 Akses peralatan menuju site
	21 Efisiensi peralatan
	22 Kerusakan peralatan
Tenaga Kerja	23 Kecukupan jumlah tenaga kerja
	24 Akses tenaga kerja menuju site, transport kolektif
	25 SDM kurang trampil
	26 Perselisihan di lapangan
	27 Koordinasi tim proyek
	28 Problem komunikasi
Kondisi Lahan	29 Kartografi aspek lingkungan yang akan berakibat pada proyek
	30 Kondisi tanah : <i>ekspansif dan agresif soil</i>
	31 Keakuratan penelitian lapangan
	32 Daya dukung tanah
	33 Muka air tanah yang tinggi
	34 Tanah <i>sliding</i>
	35 Proses <i>dewatering</i> yang mengakibatkan banjir
	36 Gangguan suara, getaran, bau, partikel emisi
	37 Penggalian tanah menyebabkan rawan gempa
	38 Konservasi mata air dan lingkungan
K3	39 Terkubur galian
	40 Jatuh dari ketinggian
	41 Kecelakaan akibat kesalahan aplikasi/konekting material yang berat
	42 Tertindih pipa dan alat berat
	43 Runtuhnya dinding penahan
	44 Gempa akibat penggalian

## 2.2. Tipe 2 Microtunnel

Tabel 2 Identifikasi Resiko Konstruksi Pemasangan Pipa *Crossing* Rel Kereta Api Dengan Metode *Microtunnel*

Klasifikasi Resiko	Faktor Resiko
Teknik dan Konstruksi	1 Penentuan dan pembersihan area ROW untuk akses material dan peralatan
	2 Metode excavasi pembuatan stasiun pengontrol
	3 Kesalahan penentuan <i>slope</i>
	4 Lalu lintas kereta api menyebabkan getaran yang mengakibatkan kesalahan <i>slope</i>
	5 Sistem drainase
	6 Pengeboran menggunakan TBM ( <i>Tunnel Boring Machine</i> )
	7 Metode pembuangan material buangan
	8 Kontinuitas supply daya listrik
	9 Kesalahan proses penyambungan otomatis
	10 Terjadi patahan dan kegagalan pada pipa
	11 Proses <i>dewatering</i>
	12 Proses pengembalian <i>top soil</i> dan pembersihan ROW
	13 Gangguan cuaca
Material	14 Stok material
	15 Akses material menuju site pada tiap <i>section</i>
	16 Karakteristik tanah menyebabkan TBM tidak berjalan sesuai dengan rencana alat
	17 Kerusakan material akibat pergerakan
Peralatan	18 Tidak tersedia alat berat yang diperlukan
	19 Kecukupan kebutuhan alat pengangkut/truk material buangan
	20 Kerusakan mesin TBM
	21 Ketersediaan <i>spare part</i>
	22 Kerusakan alat kontrol dan peralatan
	23 Akses peralatan menuju site
	24 Kecukupan jumlah tenaga kerja
Tenaga Kerja	25 Akses tenaga kerja menuju site, transport kolektif
	26 SDM kurang trampil
	27 Koordinasi tim proyek
Kondisi Lahan	28 Kartografi aspek lingkungan yang akan berakibat pada proyek
	29 Keakuratan penelitian lapangan
	30 Daya dukung tanah dapat mengakibatkan <i>tunnel collaps</i>
	31 Cuaca, seperti hujan dan banjir , serta kondisi di dalam tanah, kelembaban, kekeringan
	32 Proses <i>dewatering</i>
	33 Gangguan suara, getaran, bau, partikel emisi
	34 Penggalian tanah menyebabkan rawan gempa
K3	35 Terkubur galian
	36 Kecelakaan akibat kesalahan aplikasi/konekting material yang berat
	37 Tersengat aliran listrik
	38 Terbakar akibat nyala api
	39 Tertindih pipa dan alat berat
	40 Gempa akibat penggalian

## 2.3. Tipe 3 Pipe Bridge

Tabel 3 Identifikasi Resiko Konstruksi Pemasangan Pipa *Crossing* Sungai Dengan Metode Jembatan Penyangga Pipa / *Pipe Bridge*.

Klasifikasi Resiko	Faktor Resiko	
Teknik dan Konstruksi	1	Penentuan area ROW
	2	Pembuatan pondasi bawah tanah
	3	Banjir dan tanah longsor
	4	Kekuatan pondasi
	5	Kekuatan perancah
	6	Struktur <i>collapse</i>
	7	Pembuatan dermaga sementara untuk akses peralatan
	8	Pengaruh angin
	9	Proses <i>welding dan coating</i> ulang pada sambungan pipa untuk menghindari korosi
	10	Gangguan cuaca
	11	Lalu lintas yang padat dapat menyebabkan getaran yang mengakibatkan kegagalan slope
Material	12	Stok material
	13	Penataan material di sepanjang trench
	14	Akses material menuju site
	15	Material tidak sesuai spesifikasi
	16	Kerusakan material dalam pengangkutan
Peralatan	17	Tidak tersedia alat berat yang diperlukan
	18	Akses peralatan menuju site
	19	Efisiensi peralatan
	20	Kerusakan peralatan
Tenaga Kerja	21	Kecukupan jumlah tenaga kerja
	22	Akses tenaga kerja menuju site, transport kolektif
	23	SDM kurang trampil
	24	Perselisihan di lapangan
	25	Koordinasi tim proyek
	26	Problem komunikasi
Kondisi Lahan	27	Keakuratan penelitian lapangan
	28	Daya dukung tanah untuk support jembatan
	29	Cuaca, seperti hujan dan banjir
K3	30	Hanyut terseret arus sungai
	31	Jatuh dari ketinggian
	32	Kecelakaan akibat kesalahan aplikasi / konekting material yang berat
	33	Tertindih pipa dan alat berat

Analisa resiko kualitatif digunakan untuk menentukan metode konstruksi terhadap beberapa model pemasangan pipa pada konstruksi SPAM Umbulan pada jalur Umbulan – Gempol.

Sedangkan analisa resiko kuantitatif adalah dengan melakukan analisa numerik terhadap dan impact dari setiap proses suatu proyek. Pada penelitian ini analisa yang digunakan adalah Confirmatory Factor Analysis (CFA).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian menurut Umar, 1999, dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu penelitian eksploratif (*explorative research*), penelitian deskriptif (*descriptive research*), dan penelitian penjelasan (*explanatory research*). Penelitian eksploratif adalah jenis penelitian yang bertujuan mencari ide-ide atau hubungan-hubungan baru. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang bertujuan menguraikan sifat-sifat atau karakteristik tertentu. Penelitian eksplanatori adalah penelitian yang bertujuan menganalisis hubungan antara suatu variabel dengan variabel lainnya atau bagaimana suatu variabel mempengaruhi variabel lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mencari faktor apakah yang paling beresiko dalam proses konstruksi pada SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum) Umbulan. Berdasarkan pengelompokan tersebut, maka penelitian ini termasuk penelitian eksploratif (*explorative research*), karena bertujuan menentukan rangking resiko pada konstruksi.

#### 3.2. Klasifikasi Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah jenis variabel eksogen, yaitu variabel yang tidak diprediksi oleh variabel lain dalam model (Ferdinand, 2002). Variabel eksogen dikenal juga sebagai independent variabel atau *source variable*, yaitu :

1. Variabel Material (X1)
2. Variabel Teknik dan Proses Konstruksi (X2)
3. Variabel Peralatan (X3)
4. Variabel Tenaga Kerja (X4)
5. Variabel Kondisi Lahan (X5)
6. Variabel K3 (X6)

#### 3.3. Confirmatory Factor Analysis

*Confirmatory Factor Analysis* (CFA) adalah pendekatan pemodelan yang didesain untuk menguji hipotesis dari struktur sebuah faktor dimana jumlah

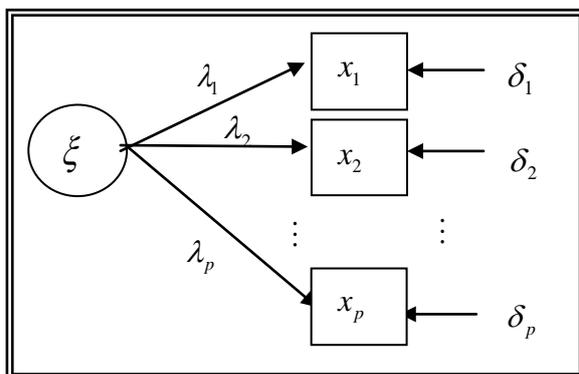
indikator dan penjelasan dari indikator itu sendiri sudah ada. Tahapan dari pemodelan CFA adalah:

- (a). Hipotesis mengacu berdasarkan teori yang ada,
  - (b). Penurunan teori kepada sebuah model, dan terakhir
  - (c). Pengujian model dengan variable data yang bisa diukur.
- (Raykov, 2006).

CFA merepresentasikan dugaan yang sudah ada sebelumnya yaitu hubungan antara indikator-indikator dengan faktornya yang dievaluasi dengan menggunakan teknik analisis faktor konfirmatori (Kline, 2005).

Analisis faktor konfirmatori setara dengan pengujian validitas dan reliabilitas. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *measurement model*. Tujuan dari pengukuran model adalah untuk mengetahui apakah indikator-indikator yang ada dapat digunakan sebagai instrumen pengukuran variabel laten.

Analisis Faktor Konfirmatori satu faktor atau yang terdiri dari satu variabel laten pada CFA ditunjukkan pada Gambar di bawah ini



Gambar 2 Model Satu Faktor

Keandalan variabel laten dapat diketahui dari nilai *Construct Reliability* ( $\rho_c$ ) dengan rumus sebagai berikut:

$$CR = \frac{(\sum_{i=1}^p \lambda_i)^2}{[(\sum_{i=1}^p \lambda_i)^2 + (\sum_{i=1}^p \varepsilon_i)]}$$

dimana :

$CR = Construct Reliability$

$\lambda = loading factor$  variabel indikator

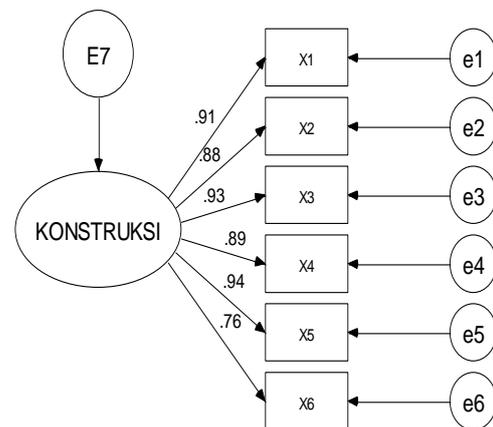
$\varepsilon = error variance$  variabel indikator

$P =$  banyaknya indikator variabel laten

Variabel laten dikatakan memiliki kekonsistenan yang baik jika  $CR$  lebih besar dari 0,7. Sedangkan jika  $0,6 \leq CR \leq 0,7$  maka masih dapat diterima. (Hair, 2006).

Sedangkan AMOS adalah salah satu program aplikasi untuk analisis model CFA selain LISREL, EQS dan MPlus. Salah satu keunggulan AMOS dibanding dengan program lainnya adalah kemudahan aplikasinya.

### 3.4. Ranging Resiko



Gambar 3 Diagram CFA Tipe Open Trench

Hasil pengujian CFA di atas, indikator yang digunakan untuk mengukur keenam faktor dapat disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 4. Loading Factor Konstruksi Open Trench Tipe 1

Hubungan	Loading Factor	t-hitung	t-tabel	Keterangan
Teknik Dan Konstruksi (X1) ← Konstruksi	0.914		1.64	Signifikan
Material (X2) ← Konstruksi	0.877	8.636		Signifikan
Peralatan (X3) ← Konstruksi	0.927	10.100		Signifikan
Tenaga Kerja (X4) ← Konstruksi	0.894	9.097		Signifikan
Kondisi Lahan (X5) ← Konstruksi	0.937	10.448		Signifikan
K3 (X6) ← Konstruksi	0.762	6.379		Signifikan

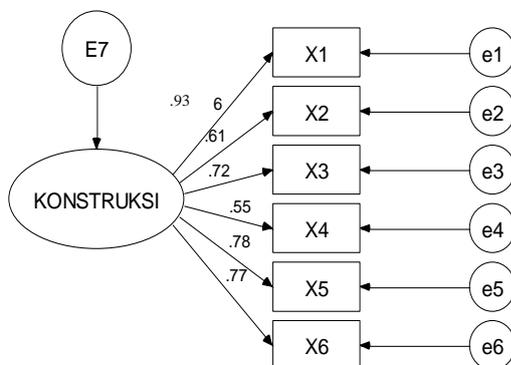
### 3.5. Uji Reliabilitas

Setelah menguji ketiga variabel laten diatas dengan CFA untuk menghasilkan model dengan indikator pembentuk yang signifikan untuk masing-masing variabel laten, maka tahap selanjutnya adalah menguji reliabilitas. Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan pendekatan reliabilitas konstruk (*construct reliability*). Variabel laten dikatakan reliabel jika nilai reliabilitas konstruk lebih besar dari 0,70.

Tabel 5. Rangkings Resiko Open Trench

Konstruksi	Loading Factor ( $\lambda$ )	$\lambda^2$	$1 - \lambda^2$	CR	Rangking
Teknik dan Konstruksi	0.914	0.835	0.165	0.947	3
Material	0.877	0.769	0.231		5
Peralatan	0.927	0.859	0.141		2
Tenaga Kerja	0.894	0.799	0.201		4
Kondisi Lahan	0.937	0.878	0.122		1
K3	0.762	0.581	0.419		6
Jumlah	3.612		0.737		

Dari tabel di atas terlihat bahwa Konstruksi Pemasangan Pipa Tipe 1 (*Open Trench*) memberikan nilai CR sebesar 0.947, maka dapat dikatakan indikator pembentuk variabel Konstruksi Pemasangan Pipa Tipe 1 (*Open Trench*) reliabel. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh faktor yang paling tinggi tingkat resikonya adalah Kondisi Lahan. Kondisi lahan sangat penting dalam metode open trench karena kondisi lahan yang spesifik sangat mempengaruhi keberhasilan pemasangan pipa.



Gambar 4 Diagram CFA Tipe Microtunnel

Hasil pengujian CFA di atas, indikator yang digunakan untuk mengukur keenam variabel dapat disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 6. Loading Factor Konstruksi Microtunnel Tipe 2

Hubungan	Loading Factor	t-hitung	t-tabel	Keterangan
Teknik & Konstruksi (X1) ← Konstruksi	0.903		1.64	Signifikan
Material (X2) ← Konstruksi	0.607	4.427		Signifikan
Peralatan (X3) ← Konstruksi	0.715	5.709		Signifikan
Tenaga Kerja (X4) ← Konstruksi	0.554	3.901		Signifikan
Kondisi Lahan (X5) ← Konstruksi	0.775	6.601		Signifikan
K3 (X6) ← Konstruksi	0.773	6.568		Signifikan

### 3.6. Uji Reliabilitas

Setelah menguji ketiga variabel laten diatas dengan CFA untuk menghasilkan model dengan indikator pembentuk yang signifikan untuk masing-masing variabel laten, maka tahap selanjutnya adalah menguji reliabilitas. Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan pendekatan reliabilitas konstruk (*construct reliability*). Variabel laten dikatakan reliabel jika nilai reliabilitas konstruk lebih besar dari 0,70

Tabel 7 Rangkings Resiko *Microtunnel*

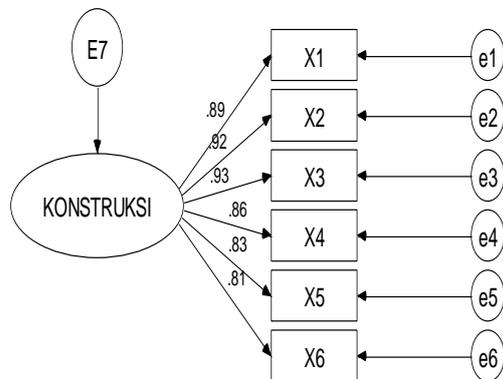
Konstruksi	Loading Factor ( $\lambda$ )	$\lambda^2$	$(1 - \lambda^2)$	CR	RANGKING
Teknik dan Konstruksi	0.903	0.815	0.185	0.877	1
Material	0.607	0.769	0.231		5
Peralatan	0.715	0.859	0.141		4
Tenaga Kerja	0.554	0.799	0.201		6
Kondisi Lahan	0.775	0.878	0.122		2
K3	0.773	0.581	0.419		3
Jumlah	4.387		2.688		

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa Konstruksi Pemasangan Pipa Tipe 2 (*Microtunnel*) memberikan nilai CR sebesar 0.877, maka dapat dikatakan indikator pembentuk variabel Konstruksi Pemasangan Pipa Tipe 2 (*Microtunnel*) reliabel

Dari hasil perhitungan statistik didapatkan bahwa pada pemasangan pipa dengan microtunnel, Teknik dan Konstruksi menduduki urutan utama dalam rangking resiko, karena pada konstruksi microtunnel

diperlukan metode konstruksi yang modern dan keakuratan data.

Yang paling berpengaruh terhadap konstruksi.



Gambar 5: Diagram CFA Tipe Pipe Bridge

Hasil pengujian CFA di atas, indikator yang digunakan untuk mengukur keenam variabel dapat disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 8 Loading Factor Konstruksi Pipe Bridge Tipe 3

Hubungan	Loading Factor	t-hitung	t-tabel	Keterangan
Teknik & Konstruksi (X1) ← Konstruksi	0.892		1.64	Signifikan
Material (X2) ← Konstruksi	0.918	9.048		Signifikan
Peralatan (X3) ← Konstruksi	0.926	9.262		Signifikan
Tenaga Kerja (X4) ← Konstruksi	0.863	7.832		Signifikan
Kondisi Lahan (X5) ← Konstruksi	0.833	7.266		Signifikan
K3 (X6) ← Konstruksi	0.807	6.826		Signifikan

### 3.7. Uji Reliabilitas

Setelah menguji ketiga variabel laten diatas dengan CFA untuk menghasilkan model dengan indikator pembentuk yang signifikan untuk masing-masing variabel laten, maka tahap selanjutnya adalah menguji reliabilitas. Pengujian reliabilitas dilakukan dengan menggunakan pendekatan reliabilitas konstruk (*construct reliability*). Variabel laten dikatakan reliabel jika nilai reliabilitas konstruk lebih besar dari 0,70

Tabel 9. Rangkings Resiko Pipe Bridge

KONSTRUKSI	Loading Factor ( $\lambda$ )	( $\lambda^2$ )	( $1-\lambda^2$ )	CR	RANG KING
Teknik Dan Konstruksi	0.892	0.795	0.204		3
Material	0.918	0.842	0.157		2
Peralatan	0.926	0.857	0.142		1
Tenaga Kerja	0.863	0.744	0.255		4
Kondisi Lahan	0.833	0.693	0.306		5
K3	0.807	0.651	0.348	0.951	6
JUMLAH	5.239		1.414		

Dari tabel di atas terlihat bahwa Konstruksi Pipa Tipe 3 (*Pipe Bridge*) memberikan nilai CR sebesar 0.951, maka dapat dikatakan indikator pembentuk variabel Konstruksi Pipa Tipe 3 (*Pipe Bridge*) reliabel.

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh faktor yang paling tinggi tingkat risikonya adalah Peralatan. Peralatan sangat penting dalam metode open trench karena pemilihan alat dalam pemasangan pendukung pipa di sungai sangat mempengaruhi keberhasilan pemasangan pipa. Kemudian diikuti dengan Material. Selanjutnya adalah ketepatan metode pelaksanaan dalam teknik dan konstruksi merupakan syarat utama, terutama pada metode pembuatan pondasi pendukung pipa dan pembuatan dermaga sementara sangat penting dalam konstruksi pemasangan pipa melintasi sungai.

Berikut adalah pemasangan pipa dengan menggunakan alat berat dan secara manual.

### Penanganan Konstruksi Pemasangan Pipa

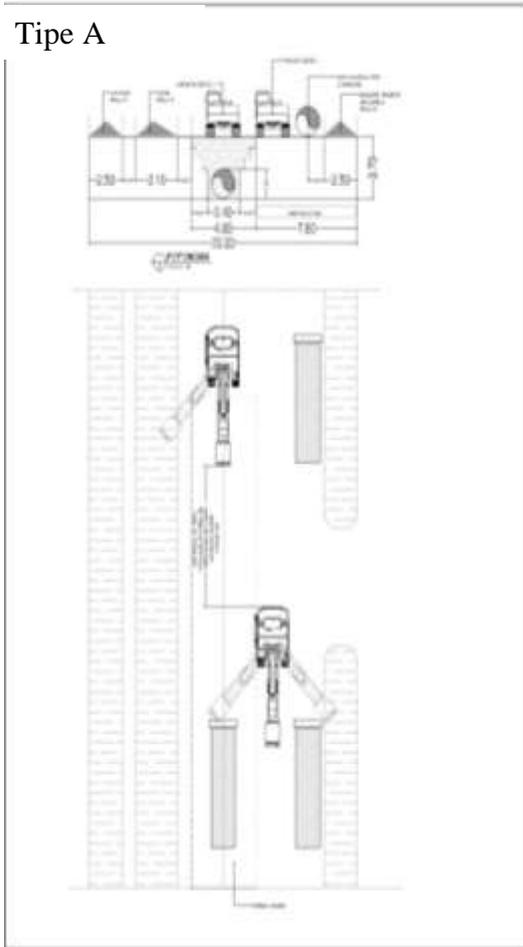
1. Dengan Alat Berat:

a. Tipe A : Pemasangan pipa dengan metode open trench pada Jalan dengan lebar  $\geq 5$  m dan damija  $\geq 4$  m

Pemasangan pipa di badan jalan tidak akan mengalami hambatan yang berarti bila dilakukan pada jalan dengan lebar yang cukup. Di dalam standar pemasangan pipa kondisi ideal adalah bila pipa transmisi dipasang Tipe A yaitu pada jalan dengan lebar  $\geq 5$ m dan damija  $\geq 4$ m. Resiko yang terjadi pada pemasangan

pipa ini tergolong rendah. Pada jalan lebar, digunakan dua alat berat utama dalam pemasangan pipa, yaitu excavator dan sideboom. Pekerjaan dapat dipercepat karena alat untuk menggali dan alat untuk mengangkat pipa berbeda.

Tipe A



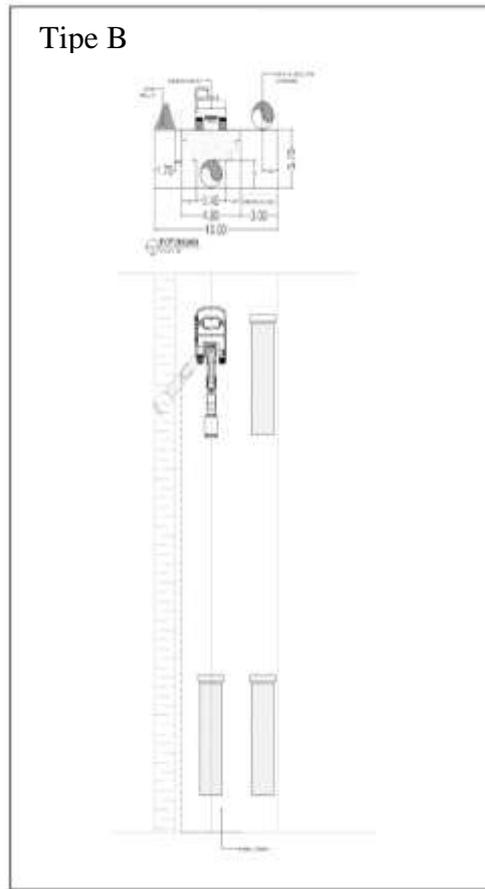
Gambar 6: Metode Konstruksi Pada Jalan dengan Lebar  $\geq 5m$  dan Damija  $\geq 4m$

**b. Tipe B: Jalan dengan lebar < 5m dan damija  $\geq 4m$**

Pemasangan pipa pada lebar jalan ini mempunyai resiko medium. Pada lebar jalan ini tidak terlalu beresiko dan sistem kerja hampir sama dengan metode Tipe A, hanya pada metode ini top soil harus diletakkan di luar area ROW, karena lebar jalan tidak memenuhi. Pada pekerjaan ini digunakan satu alat berat untuk

menggali dan mengangkat pipa secara bergantian.

Tipe B

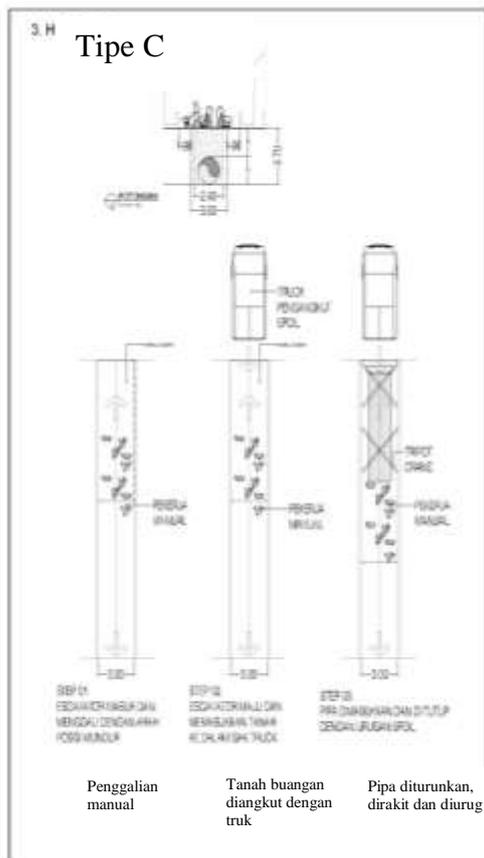


Gambar 7: Metode Konstruksi Pada Jalan dengan Lebar < 5m dan Damija  $\geq 4m$

**2. Secara Manual**

**a. Tipe C : Pekerjaan beresiko tinggi terdapat pada pemasangan pipa pada jalan dengan lebar <5m dan damija < 4m.**

Pemasangan manual mengakibatkan waktu pemasangan lebih lama dibandingkan dengan memakai alat berat, serta biaya penggalian lebih mahal.



Gambar 8: Pemasangan Pipa Dengan Cara Manual

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan Resiko Konstruksi SPAM Umbulan maka disimpulkan hal-hal sebagai berikut

1. Dari perhitungan menggunakan *Confirmatory Factor Analysis* pada pemasangan pipa transmisi diperoleh rangking resiko sebagai berikut :
  - a. Pemasangan pipa Tipe 1 dengan metode konstruksi *Open Trench* didapatkan hasil bahwa tingkat resiko tertinggi adalah pada Kondisi Lahan (X5) di urutan resiko tertinggi, dilanjutkan dengan Peralatan (X3), Teknik dan Konstruksi (X1), Tenaga Kerja (X4), Material (X2), dan K3 (X6).
  - b. Pemasangan pipa Tipe 2 dengan metode konstruksi *Microtunnel* didapatkan hasil bahwa tingkat

resiko tertinggi adalah pada Teknik dan Konstruksi (X1), dilanjutkan dengan Kondisi Lahan (X5) kemudian K3 (X6), Peralatan (X3), Material (X2), dan resiko terendah terdapat pada Tenaga Kerja (X4).

- c. Pemasangan pipa Tipe 3 dengan metode konstruksi *Pipe Bridge* didapatkan hasil bahwa tingkat resiko tertinggi adalah pada Peralatan (X3), di urutan resiko tertinggi, dilanjutkan dengan Material (X2), Teknik dan Konstruksi (X1), Tenaga Kerja (X4), Kondisi Lahan (X5), Material (X2), dan K3 (X6).
2. Penanganan pemasangan pipa transmisi SPAM Umbulan pada konstruksi *Open Trench* dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:
    - a. Tipe A : untuk lebar jalan  $\geq 5$  meter dan damija  $\geq 4$  meter
    - b. Tipe B : untuk lebar jalan  $< 5$  meter dan damija  $\geq 4$  meter
    - c. Tipe C : untuk lebar jalan  $< 5$  meter dan damija  $< 4$  meter

Pada penggalian Tipe A dan Tipe B dilakukan dengan menggunakan alat berat sehingga pekerjaan dapat dilakukan dengan lebih cepat dan dengan biaya yang lebih rendah. Sedangkan pada penggalian Tipe C dengan cara manual membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan alat, dan karena lamanya proses tersebut mengakibatkan biaya yang lebih besar .

### 5.2. Saran

1. Pekerjaan pemasangan pipa pada badan jalan memerlukan metode tertentu sesuai dengan kondisi lahan/jalan tempat pipa tersebut akan dipasang. Untuk itu maka metode pemasangan pipa harus dilakukan dengan benar untuk meminimalkan resiko yang ada. Dan agar biaya pemasangan pipa lebih murah dan cepat, maka disarankan untuk melakukan pemasangan pipa dengan menggunakan alat berat.

2. Untuk Proyek yang dilakukan melalui Kerjasama Pemerintah dan Swasta, dapat dilakukan analisa resiko secara keseluruhan sesuai dengan resiko berdasarkan Peraturan Menteri Keuangan Nomor 260 Tahun 2010 Tentang Resiko Kerjasama Pemerintah dan Swasta.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

Ghozali, I & Fuad. 2005. *Structural Equation Modeling (Teori, Konsep dan Aplikasi dengan Program LISREL 8.54)*. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro

Hair, J.F. JR., Anderson, R.E, Tatham, R.L. & Black, W.C. 2006. *Multivariate Data Analysis*. Six Edition. New Jersey : Pearson Educational, Inc

Hardcastle, C; Edwards P.J.; Akintoye, A.; Li, B., *Critical Success Factors For PPP/PFI Project In The UK Construction Industry*, United Kingdom.

Indonesian Infrastructure Initiative (IndII), 2009, *Umbulan Spring Water Supply Project, PPP Overview*, Jakarta.

Jin, Xiao-Hua; Doloi, Hemanta, 2007, *Risk Allocation In PPP :An Inovative Model With An Intellegent Approach*.

Karim, Abdul, 2011, *Risk Allocation In PPP Project : Review On Risk Factors*, Kuala Lumpur.

Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian, 2010, Panduan Bagi Investor Dalam Investasi Di Bidang Infrastruktur

Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian, 2011, Master Plan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) 2011-2015, Jakarta.

Kline, Rex B. , 2005. *Principle and Practice of Structural Equation Modeling. Second Edition*. New York: The Guilford Press.

Lanti, Achmad, (1998-2008), 10 Tahun Kerjasama Pemerintah –Swasta (KPS) Air Minum di DKI Jakarta