

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1 Kondisi Umum Pipa

Kondisi umum pipa penyalur gas milik Salamander Energy yang digunakan sebagai studi kasus analisis resiko adalah sebagai berikut:

- Pipa penyalur ini merupakan milik Pertamina berdiameter 6” sepanjang 13 km dan digunakan oleh Salamander Energy North Sumatra Ltd. untuk transportasi gas dan beroperasi pada tekanan kerja antara 210 sampai dengan 255 psi.
- Pipa penyalur ini dilakukan hidrotetes pada tahun 2006 pada tekanan 17.5 bar, tetapi tidak memiliki record / chart hydrotest. Dan pipa ini juga tidak memiliki data engineering yang dibutuhkan.
- Hasil inspeksi menunjukkan ketebalan pipa antara 6.5 – 8.02 mm.
- Terdapat beberapa bagian yang telah diganti (repair) menggunakan pipa spiral API 5L Gr. B dengan tebal 7.11 mm dan coating PE 4.5 mm.
- Segmen antara Pangkalan Brandan dan Pangkalan Susu merupakan pipa dengan coating cat dan terletak di atas support sepanjang ROW.
- Pada beberapa lokasi mengalami korosi berat dengan sisa ketebalan sekitar 2 mm, dan beberapa lokasi yang bocor dan telah diperbaiki dengan system clamp.



Gambar 4.1 Korosi berat pada KP 6.4 dengan repair clamp



Gambar 4.2 Sleeve pada KP 12.25

- Pada lokasi berikut perlu perbaikan/penggantian pipa karena korosi :
 1. KP 6+100 perbaikan sepanjang 220 m.
 2. KP 12+500 perbaikan sepanjang 90 m.
 3. KP 12+700 perbaikan sepanjang 60 m.
 4. KP 12+900 perbaikan sepanjang 60 m.
 5. KP 13+100 perbaikan sepanjang 30 m
- Penggantian existing valve gasket (6"-150# and 300#) sepanjang pipeline, yang memerlukan, termasuk penggantian bolt and nut yang rusak dan hilang.
- Telah dilakukan hidrotetes ulang pada tekanan 130 psi sepanjang 13.300 m pipeline, lengkap dengan chart recorder.
- Pipa ini akan dioperasikan pada tekanan kerja 130 psi (9 bar).

4.2. Pembagian Segmen

Pipeline Pangkalan Berandan ke Pangkalan Susu ini dibagi menjadi 9 segmen dengan KM 0.000 di manifold Pangkalan Berandan dan berakhir KM 13.300 di manifold Pangkalan Susu.

Berikut adalah tabel pembagian segmen pipeline Pangkalan Berandan ke Pangkalan Susu:

Tabel 4.1 Pembagian segmen pipa penyalur

Segmen	KP		Kondisi Pipeline
	Dari	Ke	
1	0.000	0.500	<p>Pipa keluar dari area manifold melewati area semak dan rawa. Terdapat 1 unit main valve tanpa pagar.</p>  <p>Lebar ROW rata-rata 15M. Lokasi kelas 1 div. 2, jauh dari rumah dan perkampungan.</p>
2	0.500	3.000	<p>Pipa melewati area rawa.</p>  <p>Lokasi kelas 1 div. 2, jauh dari rumah dan perkampungan.</p>

			 <p>Pipa menggantung karena banyak support yang rusak.</p>
--	--	--	--

Segmen	KP		Kondisi Pipeline
3	3.000	7.000	<p>Pipa melewati area semak dan perkampungan.</p>  <p>Pipa melewati area semak dan menggantung tanpa support.</p>  <p>Lokasi kelas 1 div.2 dengan jarak pipa ke rumah terdekat 20M.</p>  <p>Road crossing pada KM 3.650, KM 4.100, Km 6.370.</p>

			
			Bridge crossing pada KM 4.115, KM 5.100.

Segmen	KP		Kondisi Pipeline
4	7.000	7.500	Pipa melewati area perkampungan.  Lokasi kelas 2, dengan jarak bangunan ke pipa sekitar 5M.
5	7.500	9.500	Pipa melewati area perkebunan.  Lokasi kelas 1 div.2 jauh dari rumah/bangunan. Lebar ROW 15M.

6	9.500	11.500	<p>Pipa melewati area perkebunan dan jembatan.</p>  <p>Jembatan pada KM 9.716</p>
---	-------	--------	---

Segmen	KP	Kondisi Pipeline	
		 <p>Jembatan pada KM 11.300</p>	
7	11.500	12.000	<p>Pipa melewati area perkampungan</p>  <p>Lokasi kelas 2 dengan jumlah rumah lebih dari 10.</p>

8	12.000	13.000	<p>Pipa melewati area perkampungan dan rawa.</p>  <p>Lokasi kelas 2.</p>

Segmen	KP		Kondisi Pipeline
9	13.000	13.300	<p>Pipa menuju ke manifold Pangkalan Susu.</p>  <p>Melewati jembatan KM 13.250</p>  <p>Manifold Pangkalan Susu KM 13.300</p>

4.3. Penilaian Kualitatif Likelihood (Kemungkinan)

a. Inspeksi korosi

Pada bagian inspeksi korosi terdapat 8 kriteria yang dapat digunakan dalam menentukan kemungkinan resiko yang dapat terjadi, yaitu :

1) Inspeksi Eksternal

Sebagian besar pipa terletak pada tanah dan terekspos pada korosi atmosferik dan lembab (pada area rawa), sebagian coating rusak dan tidak ada tanda inspeksi eksternal dilakukan secara rutin. Sehingga menurut Tabel 3.1, faktor ini mendapat **Nilai 5** dengan sebaran data **Distribusi Triangle**.

2) Pengaruh Umur Pipa

Tidak ada konstruksi pipa sehingga umur pipa tidak diketahui secara pasti, tetapi wawancara dengan operator Pertamina mendapatkan umur pipi sudah lebih dari 20 tahun, sehingga menurut Tabel 3.2, faktor ini mendapatkan **Nilai 5**; dengan sebaran data **Distribusi Triangle**.

3) Pembacaan Proteksi Katodik

Tidak tersedia data hasil pengukuran CP, data ketebalan pipa menunjukkan pipa terkorosi dengan tingkat korosi sedang sampai dengan berat. Faktor ini mendapat **Nilai 5** dengan distribusi data **Distribusi Triangle**.

4) Status Survei Proteksi Katodik

Tidak ada laporan survei proteksi katodik dalam 5 tahun terakhir, sehingga faktor ini mendapatkan **Nilai 5** dengan **Distribusi Uniform**.

5) Gangguan Katodik

Diketahui tidak ada gangguan. Faktor ini mendapatkan **Nilai 1**; dengan distribusi data **Distribusi Uniform**.

6) Pengaruh Keberadaan Air pada Pipa

Karena sumber gas alam langsung dari sumur dan belum melalui proses - maka ada potensi fluida mengandung air. Faktor ini mendapatkan **Nilai 3**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**.

7) Lokalisasi Perkaratan

Karena sumber gas alam berasal dari sumur dan belum melalui proses - maka ada potensi fluida mengandung CO₂ dan O₂. Faktor ini mendapat **Nilai 4**; dengan distribusi data **Distribusi Triangle**

8) Kefektifan Inspeksi Internal Pipa

Survey pigging tidak dilakukan, hasil UT spot thickness menunjukkan korosi sedang sampai berat dan telah melampaui CA. Faktor ini mendapat **Nilai 5**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**

Dari nilai-nilai peringkat resiko yang sudah ditentukan di atas, kemudian dimasukkan ke dalam persamaan seperti di bawah ini untuk menghitung nilai Resiko (Risk Forecast). Pada kasus ini perhitungan disimulasikan dengan software simulasi Crystal Ball).

4.4. Penilaian Kualitatif Konsekuensi

a. Konsekuensi Kualitatif Terhadap Safety

Pada konsekuensi ini terdapat 4 faktor yaitu:

- 1) *Pressure Factor* (Kuantitas dari keluaran akibat faktor tekanan)
Tekanan pipa penyalur ini adalah 130 psi (9 bar). Dari tabel 3.21 kriteria konsekuensi sebelumnya faktor ini mendapat **nilai 1** .
- 2) *Release quantity* (Kuantitas dari keluaran)
Untuk pipa dengan diameter 6 inci dan berdasarkan tabel 3.22, faktor ini mendapatkan **nilai 2**.
- 3) *Flammability/Toxicity* (Tingkat kemudahan terbakar atau efek racun)
Pipa ini digunakan untuk transportasi gas alam, sehingga berdasarkan tabel konsekuensi 3.23, faktor ini mendapatkan **nilai 4**.
- 4) *Population density* (Kepadatan populasi)
Umumnya pipa melalui area semak, rawa dan perkebunan dan pada beberapa segmen melintasi daerah perkampungan dengan kepadatan rendah (kelas 2). Berdasarkan tabel konsekuensi 3.24, maka faktor ini mendapatkan **nilai 1-3**.

b. Konsekuensi Kualitatif Terhadap Lingkungan

1) Release quantity (Kuantitas Keluaran)

Pipa berdiameter 6 inci, sehingga berdasarkan tabel konsekuensi 3.25, faktor ini mendapatkan **nilai 3**.

2) Jenis Fluida/cairan

Pipa ini digunakan untuk transportasi gas alam, sehingga berdasarkan tabel konsekuensi 3.26, faktor ini mendapatkan **nilai 2**

3) Faktor Lokasi

Umumnya pipa melalui area semak, rawa dan perkebunan dan pada beberapa segmen melintasi daerah perkampungan dengan kepadatan rendah (kelas 2). Berdasarkan tabel konsekuensi 3.27, maka faktor ini mendapatkan **nilai 1-3**.

c. Konsekuensi Terhadap Finansial

1) Finansial akibat

Konsekuensi Biaya Tinggi – kegiatan usaha secara keseluruhan terhenti sementara, perbaikan lama, berbiaya dalam kisaran Rp.100.000.000 - Rp.500.000.000. Berdasarkan tabel konsekuensi 3.28, faktor ini mendapatkan **Nilai 4**

2) Finansial akibat potensial loss

Kerugian Tinggi – loses dalam kisaran Rp. 500.000.000 / hari - 1.000.000.000 / hari, faktor ini mendapatkan **Nilai 4**.

d. Konsekuensi Terhadap Reputasi

Salamander adalah perusahaan asing dengan cakupan internasional. Berdasarkan tabel konsekuensi 3.30, faktor ini mendapatkan **Nilai 5**.

Prakiraan Resiko (Risk Forecast) Inspeksi Korosi

Forecast Corrosion Inspection

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot C}{n} \right)_j}{m}$$

$$R_{1S} = (f_{1.1} + f_{1.2} + \dots + f_{1.8}) / 8 \quad (C_{sr} + C_{spf} + C_{sf} + C_{sp}) / 4$$

$$R_{1E} = (f_{1.1} + f_{1.2} + \dots + f_{1.8}) / 8 \quad (C_{er} + C_{ef} + C_{el}) / 3$$

$$R_{1F} = (f_{1.1} + f_{1.2} + \dots + f_{1.8}) / 8 \quad (C_{fm} + C_{fo}) / 2$$

$$R_{1R} = (f_{1.1} + f_{1.2} + \dots + f_{1.8}) / 8 \quad C_r$$

$$R_1 = (4R_{1S} + R_{1E} + 2R_{1F} + R_{1R}) / 8$$

Deskripsi Nomenklatur:

R1S :Risk Forecast –Safety

R1E: Risk Forecast – Environment

R1F: Risk Forecast – Finance

R1R: Risk Forecast – Reputation

f1.1: likelihood –external inspection

f1.2: likelihood –pipeline age influence

f1.3: likelihood –cathodic protection reading value

f1.4: likelihood –cathodic protection survey status

f1.5: likelihood – cathodic interference

f1.6: likelihood – presence of water on inner pipe

f1.7: likelihood –localized corrosion

f1.8: likelihood – internal inspection effectiveness

b. Faktor Operasi

1) Kelebihan tekanan

Tekanan operasional pipa berkisar antara 9 bar (130 psi); dengan MAOP 14.5 bar (210 psi), sehingga kelebihan tekanan sangat tidak mungkin terjadi. Faktor ini mendapat **Nilai 1**; dengan distribusi data **Distribusi Normal dev 5%**.

2) Siklus tekanan

Tidak ada siklus tekanan tersedia pada saat ini. Faktor ini mendapat **Nilai 4**; dengan distribusi data **Distribusi Normal dev 5%**.

3) Siklus temperature

Tidak ada fluktuasi temperature yang signifikan > 50C, sehingga faktor ini mendapat **Nilai 1 dev 5%** dengan distribusi data **Distribusi Normal**.

4) Pengoperasian Pigging

Tidak dilakukan operasi pigging dan juga tidak tersedia fasilitas untuk melakukan operasi pigging. Faktor ini mendapat **Nilai 5**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**

5) Disain Perpipaan

Disain terdokumentasi, beroperasi pada disain parameter asli. Faktor ini mendapatkan **Nilai 1**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**

Prakiraan Resiko Faktor Inspeksi

Forecast Operation Factors Inspection

$$R_{2S} = (f_{2.1} + 2f_{2.2} + \dots + f_{2.5}) / 6 \quad (C_{sr} + C_{spf} + 2C_{sf} + 2C_{sp}) / 6$$

$$R_{2E} = (f_{2.1} + 2f_{2.2} + \dots + f_{2.5}) / 6 \quad (C_{er} + C_{ef} + C_{el}) / 3$$

$$R_{2F} = (f_{2.1} + 2f_{2.2} + \dots + f_{2.5}) / 6 \quad (C_{fm} + C_{fo}) / 2$$

$$R_{2R} = (f_{2.1} + 2f_{2.2} + \dots + f_{2.5}) / 6 \quad C_r$$

$$R_2 = (4R_{2S} + 2R_{2E} + 3R_{2F} + R_{2R}) / 10$$

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot C}{n} \right)_j}{m}$$

Deskripsi Nomenkatur:

R2S :Risk Forecast –Safety

R2E: Risk Forecast – Environment

R2F: Risk Forecast – Finance

R2R: Risk Forecast – Reputation

f2.1: likelihood –Over pressure

f2.2: likelihood –Pressure cycling

f2.3: likelihood –Operational pigging

f2.4: likelihood –Design

f2.5: likelihood –Pipeline Construction

c. Inspeksi pengaruh pihak ketiga

1) Perlindungan pada Jalur Pipa

Umumnya pipa terletak diatas tanah dan pada bagian yang melewati pemukiman ditanam kurang dari 1 meter. Faktor ini mendapat **Nilai 5**; dengan distribusi data **Distribusi Triangle**.

2) Kemungkinan Kerusakan oleh pihak Ketiga

Umumnya pipa melalui daerah rawa dan perkebunan dan hanya beberapa segmen yang melintasi daerah perkampungan dengan kerapatan rendah sampai dengan sedang. Faktor ini mendapat **Nilai 3**; dengan distribusi data **Distribusi Triangle**.

3) Kondisi langsung jalur perpipaan

Umumnya disepanjang jalur inspeksi, pipa melalui daerah rawa, pesawahan, perkebunan dan pada beberapa spot yang melintasi daerah perkampungan dengan kerapatan rendah-sedang. Faktor ini mendapat **Nilai 3**; dengan distribusi data **Distribusi Triangle**

4) Stabilitas lahan

Pipa terletak pada daerah yang relatif stabil, tidak ada bukti bawah pipa dan ROW pernah mengalami longsor. Faktor ini mendapat **Nilai 1**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**

5) Inspeksi eksternal

Tidka ada data dan bukti bahwa dilakukan nspeksi secara rutin oleh inspector maupun maintenance. Faktor ini mendapat **Nilai 5**; dengan distribusi data **Distribusi Triangle**

6) Sabotase

Pipa terletak/tertanam di daerah yang situasi sosialnya stabil dan aman. Faktor ini mendapat **Nilai 1**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan **dev 5%**.

Prakiraan Resiko Interferensi Pihak Ketiga

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot C}{n} \right)_j}{m}$$

Forecast Third Party Interference

$$R_{3S} = (f_{3.1} + 2f_{3.2} + \dots + f_{3.6}) / 7 \quad (C_{sr} + C_{spf} + C_{sf} + 2C_{sp}) / 5$$

$$R_{3E} = (f_{3.1} + 2f_{3.2} + \dots + f_{3.6}) / 7 \quad (C_{er} + C_{ef} + C_{el}) / 3$$

$$R_{3F} = (f_{3.1} + 2f_{3.2} + \dots + f_{3.6}) / 7 \quad (C_{fm} + C_{fo}) / 2$$

$$R_{3R} = (f_{3.1} + 2f_{3.2} + \dots + f_{3.6}) / 7 \quad C_r$$

$$R_3 = (4R_{3S} + R_{3E} + R_{3F} + R_{3R}) / 7$$

Deskripsi Nomenkatur

R3S :Risk Forecast –Safety

R3E: Risk Forecast – Environment

R3F: Risk Forecat – Finance

R3R: Risk Forecast – Reputation

f3.1: likelihood –Pipeline cover

f3.2: likelihood –Third party damage likelihood

f3.3: likelihood –Right of way (ROW) condition

f3.4: likelihood –Land Stability

f3.5: likelihood –External inspection

f3.6: likelihood –Sabotage

d. Catatan Inspeksi Terkait Kebocoran

Terdapat history kebocoran pada pipa ini sebelumnya, tetapi segmen-segmen pipa yang bocor dan mempunyai dinding tipis (dari hasil survey UT thickness) sudah diganti dengan pipa yang baru sehingga diharapkan kedepan peluang terjadinya kebocoran pipa akan berkurang. Faktor ini mendapat **Nilai 5**; dengan distribusi data **Distribusi Normal** dengan deviasi **5%**.

Prakiraan Resiko pada Catatan Inspeksi Terkait Kebocoran

$$R = \frac{\sum_{j=1}^m \left(\frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot C}{n} \right)_j}{m}$$

Forecast Leak History Inspection

$$R_{4S} = f_4 \quad (C_{sr} + C_{spf} + 2C_{sf} + 2C_{sp}) / 6$$

$$R_{4E} = f_4 \quad (C_{er} + C_{ef} + C_{el}) / 3$$

$$R_{4F} = f_4 \quad (C_{fm} + C_{fo}) / 2$$

$$R_{4R} = f_4 \quad C_r$$

$$R_4 = (4R_{4S} + R_{4E} + 2R_{4F} + R_{4R}) / 8$$

Deskripsi Nomenkatur

R4S :Risk Forecast –Safety

R4E: Risk Forecast – Environment

R4F: Risk Forecast - Finance

R4R: Risk Forecast – Reputation

f4: likelihood –Leak History Inspection

Tabel 4.2 Nilai Probabilitas

No	Kriteria	Nilai
A	Faktor Korosi	
1	Inspeksi eksternal	5
2	Umur pipa	5
3	Proteksi katodik	5
4	Survey proteksi katodik	5
5	Gangguan katodik	1
6	Keberadaan air dalam pipa	3
7	Lokalisasi karat	4
8	Efektifitas internal inspeksi	5
	Rata-rata faktor korosi	4,125
B	Faktor Operasi	
1	Kelebihan tekanan	1
2	Siklus tekanan	4
3	Siklus temperatur	1
4	Operasi pigging	5
5	Disain pipa	5
	Rata-rata faktor operasi	3,2
C	Faktor Pengaruh Pihak Ketiga	
1	Perlindungan jalur pipa	5
2	Kemungkinan gangguan pihak ketiga	3
3	Kondisi jalur pipa (ROW)	3
4	Stabilitas jalur pipa	1
5	Inspeksi eksternal	5
6	Sabotase	1
	Rata-rata faktor pengaruh pihak ketiga	3
D	Catatan kebocoran	5

Sehingga diperoleh nilai rata-rata probabilitas adalah **3.83**.

Tabel 4.3 Nilai Konsekuensi

No	Kriteria	Nilai
A	Faktor Keselamatan	
1	Tekanan	1
2	Kuantitas keluaran	2
3	Flammability/Toxicity	4
4	Kepadatan populasi	3
	Rata-rata Konsekuensi Keselamatan	2.0
B	Faktor Lingkungan	
1	Kuantitas keluaran	3
2	Jenis fluida	2
3	Faktor lokasi	3
	Rata-rata konsekuensi lingkungan	2.67
C	Faktor Finansial	
1	Kerugian Asset	4
2	Kerugian Produksi	4
	Rata-rata konsekuensi Finansial	4.0
D	Faktor Reputasi	5

Sehingga diperoleh nilai rata-rata konsekuensi adalah **3.54**.

MATRIKS RESIKO

Untuk mengetahui tingkat resiko dari pipa penyalur diatas, hasil penilaian probabilitas dan konsekuensi kemudian dipetakan pada Matriks Resiko 5 x 5, dengan aksis merupakan nilai konsekuensi dan ordinat adalah nilai probabilitas.

Sehingga tingkat resiko pipa penyalur ini jatuh pada nilai :

$$\begin{aligned} \text{Resiko} &= \text{Nilai Probabilitas} \times \text{Nilai Konsekuensi} \\ &= 3.83 \times 3.54 = 13.6 \end{aligned}$$

Risk Matrix						
LIKESD	5	II 5	II 10	III 15	IV 20	IV 25
	4	I 4	II 8	III 12	III 16	IV 20
	3	I 3	II 6	II 9	III 12	III 15
	2	I 2	I 4	II 6	II 8	II 10
	1	I 1	I 2	I 3	I 4	II 5
		2	3	4	5	
		CONSEQUENCE				

Risk: (Likelihood x Consequence)

Gambar 4.3. Risk Matrix

Dari matriks resiko 5x5 menunjukkan bahwa tingkat resiko pipa penyalur ini berada pada kategori Significant Risk, sesuai criteria dibawah, sehingga tindakan pengendalian resiko lebih lanjut diperlukan.

Risk Categories		
IV 17-25	High	High Risk. Manage risk utilizing prevention and/or mitigation <i>with highest priority</i> . Promote issue to appropriate management level with commensurate risk assessment detail.
III 12-16	Significant	Significant Risk. Manage risk utilizing prevention and/or mitigation <i>with priority</i> . Promote issue to appropriate management level with commensurate risk assessment detail.
II 5-10	Medium	Medium Risk with Controls Verified. No mitigation required where controls can be verified as functional. ALARP should be evaluated, as necessary.
I 1-4	Low	Low Risk. No Mitigation Required

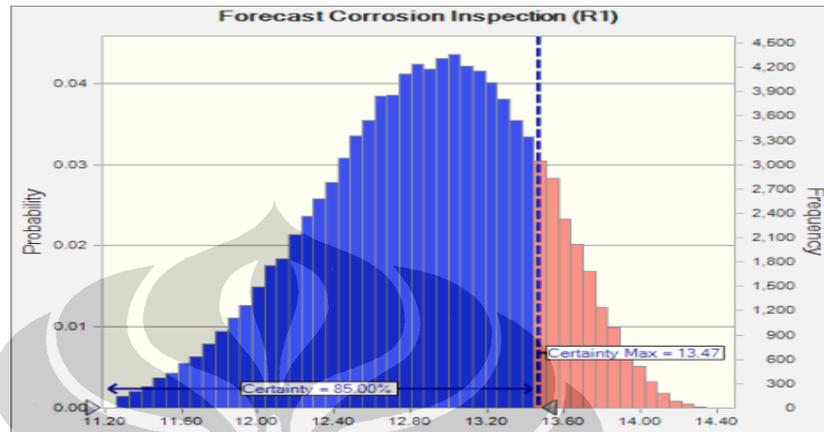
Gambar 4.4. Risk Categories

Simulasi Montecarlo

Model resiko kualitatif diatas kemudian dilakukan simulasi montecarlo menggunakan piranti lunak sederhana penghitungan probabilitas ketidakpastian Crystal Ball dan dilakukan percobaan perhitungan sebanyak 100.000 kali dengan tingkat kepastian 95%.

Simulasi dilakukan untuk mendapatkan kemungkinan resiko terhadap berbagai faktor resiko sebagai berikut:

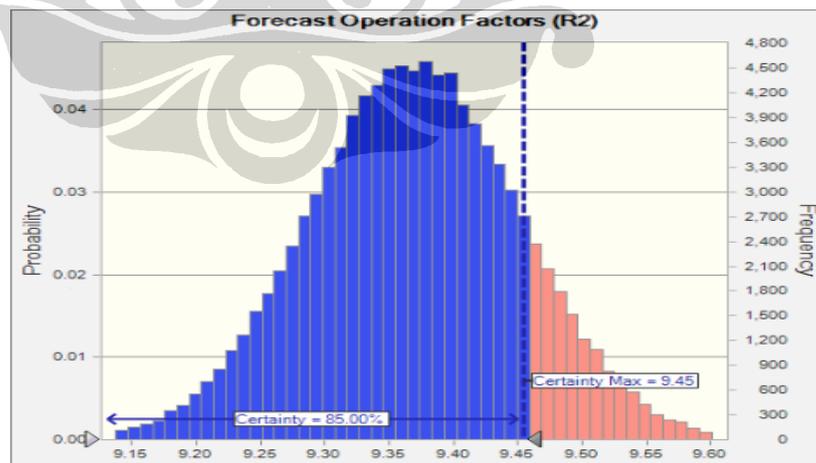
1. Faktor Inspeksi Korosi



Gambar 4.5. Forecast Corrosion Inspection

Hasil simulasi menunjukkan sebaran nilai antara 10,60 sampai 14,41 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 13,47 yang berarti bahwa kontribusi Inspeksi Korosi ini terhadap resiko adalah *significant*.

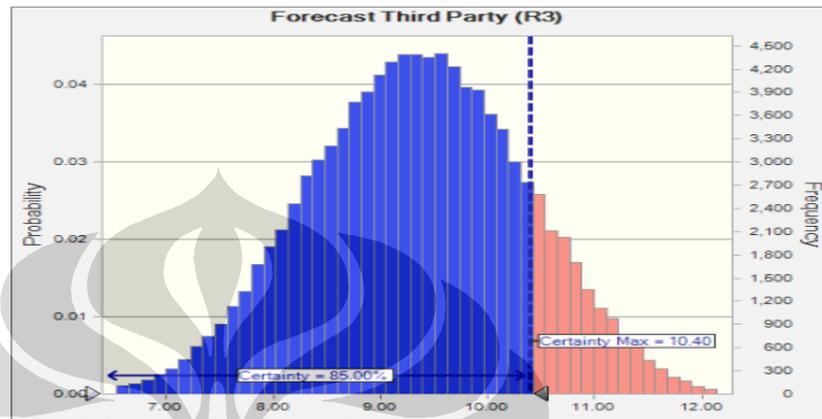
2. Faktor Operasi



Gambar 4.6. Forecast Operation Inspection

Hasil simulasi Montecarlo untuk Faktor Operasi menunjukkan sebaran nilai antara 9,01 sampai 9,74 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 9,45 yang berarti bahwa kontribusi faktor Operasi ini terhadap resiko adalah *medium*.

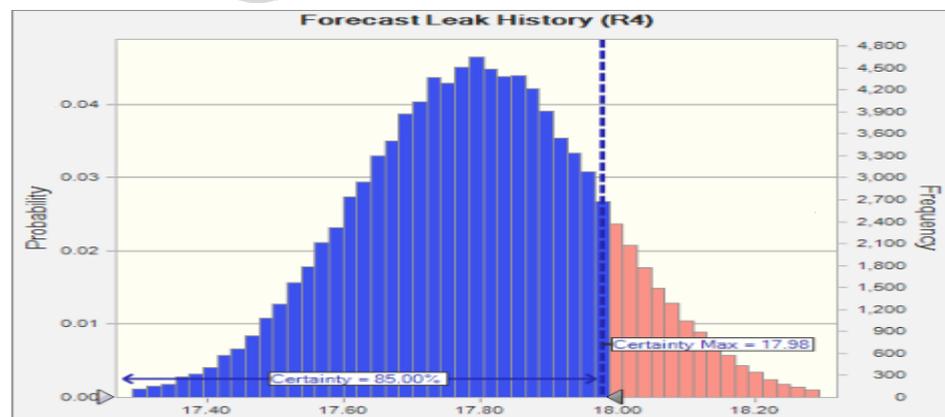
3. Faktor Pihak Ketiga



Gambar 4.7. Forecast Third Party Inspection

Hasil simulasi Montecarlo untuk Faktor Pihak Ketiga menunjukkan sebaran nilai antara 5,83 sampai 12,56 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 10,40 yang berarti bahwa kontribusi faktor Operasi ini terhadap resiko adalah *medium*. Rentang sebaran nilai yang besar menunjukkan ketidakpastian faktor Pihak Ketiga lebih besar dibandingkan dengan faktor-faktor lain.

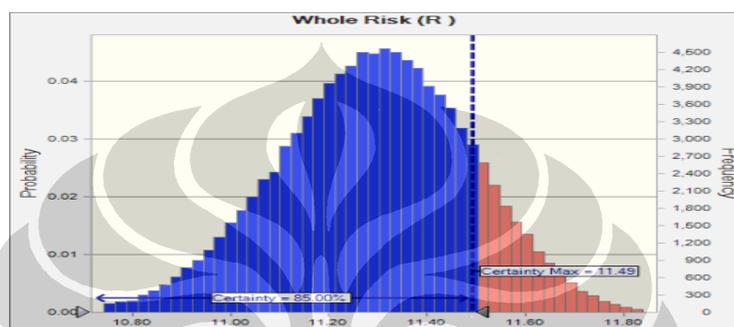
4. Faktor Catatan Kebocoran



Gambar 4.8. Forecast Leak History

Hasil simulasi Montecarlo untuk Faktor Catatan Kebocoran menunjukkan sebaran nilai antara 16,97 sampai 18,63 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 17,98 yang berarti bahwa kontribusi faktor Operasi ini terhadap resiko adalah dari signifikan ke tinggi.

Dari kombinasi dari empat factor resiko diatas, didapatkan hasil simulasi model resiko keseluruhan berikut.



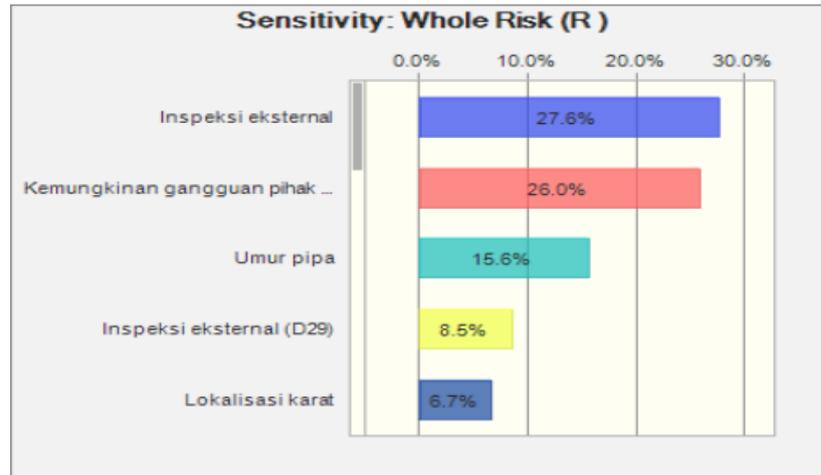
Gambar 4.9. Whole Risk

Hasil simulasi Montecarlo untuk Resiko Keseluruhan menunjukkan sebaran nilai antara 10,41 sampai 12,06 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 11,49 yang berarti bahwa resiko keseluruhan pipeline ini medium ke signifikan.

Tindakan Pencegahan/Perbaikan

Tingkat resiko keseluruhan pada level signifikan membutuhkan tindakan perbaikan untuk menurunkan resiko pada level yang dapat diterima (ALARP). Untuk itu dengan melakukan simulasi sensitivitas dapat diketahui faktor apa saja yang banyak mempengaruhi nilai resiko jika faktor tersebut diadakan perubahan/perbaikan.

Pada analisa sensitivitas terhadap Resiko Keseluruhan didapatkan hasil berikut.



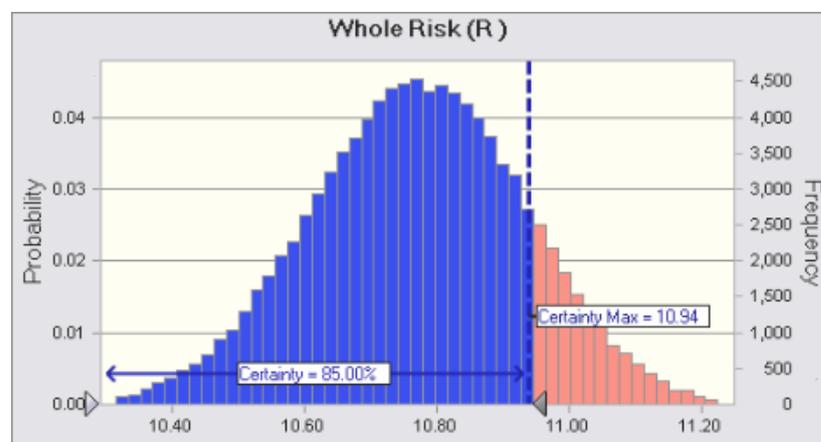
Gambar 4.10. Sensivity Whole Risk

Hasil diatas menunjukkan bahwa usaha untuk menurunkan tingkat resiko dari signifikan ke ALARP (dapat diterima) perlu difokuskan pada faktor inspeksi eksternal dan gangguan pihak ketiga.

Untuk itu direkomendasikan agar tindakan pencegahan/perbaikan dilakukan untuk dua hal tersebut diatas, sebagai berikut:

- Dilakukan patroli dan inspeksi visual sepanjang pipeline sedikitnya 1 tahun sekali (rekomendasi sebaiknya setiap 3 bulan).
- Memberikan pengaman tambahan pada segmen pipa yang melewati perkampungan penduduk dan yang melewati jalan raya.

Hasil simulasi Resiko Keseluruhan bila kedua rekomendasi diatas dilakukan menunjukkan hasil berikut:



Hasil simulasi Montecarlo untuk Resiko Keseluruhan menunjukkan sebaran nilai antara 10,01 sampai 11,38 dan pada kepastian 85% nilai resiko adalah 10,94 yang berarti bahwa resiko keseluruhan pipeline berubah menjadi rendah ke medium (ALARP).

Analisa sensitivitas lanjut menunjukkan faktor dominan sekarang adalah umur pipa. Hal ini harus disikapi dengan hati-hati karena umur pipa ini sudah lebih dari 20 tahun sehingga untuk menurunkan faktor resiko umur pipa dibutuhkan usaha yang besar, lama dan mahal sehingga direkomendasikan untuk mengganti pipa yang bocor atau pipa dengan pengurangan ketebalan >80% dari hasil inspeksi.

