APLIKASI ASESMEN RESIKO DALAM SISTEM *MAINTENANCE*

Studi Kasus Pada Sistem Bahan Bakar *Generator Set Caterpillar type 3306*

Ating Sudradjat
Politeknik Negeri Bandung
Jln Gegerkalong Hilir Ds Ciwaruga PO Box 6468
e-mail : atingsudradjat@yahoo.co.id

Abstrak

Tuntutan perusahaan saat ini terhadap maintenance bukan hanya sekedar mampu memperbaiki sistem saja, tetapi banyak faktor yang perlu diperhatikan seperti seperti persoalan downtime, service life, efisiensi juga dampak terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan. Hal yang menarik untuk dibahas terutama munculnya Risk Based Inspection yang mulai dikembangkan dalam bidang maintenance, dan saat ini RBI sedang hangat dibicarakan lebih cenderung pemakaiannya hanya pada static equipment termasuk asesmen resikonya. Tulisan ini merupakan kajian terkait dengan aplikasi asesmen resiko pada equipment yang non static, hasil kajian ini memperlihatkan obyek berpotensi mempunyai kerusakan yang beresiko akibat adanya kegagalan komponennya.

Kata kunci : Asesmen,Consequence,Likelihood,Maintenance,Resiko (risk),

1. PENDAHULUAN

Fungsi *maintenance* terutama untuk memastikan ketersediaan mesin/peralatan dalam kondisi siap pakai untuk dioperasikan sesuai dengan keperluannya**,** dengan demikian *maintenance* terlihat berperan penting untuk menjaga kontinuitas sistem agar tidak terjadi kegagalan yang kemudian akan berdampak terjadinya kerugian (*losses*).

Maintenance pun kini berkembang sejalan dengan perkembangan teknologi, yang kemudian memunculkan perbedaan paradigma tentang *maintenance* yang tidak hanya bersifat konvensional lagi namun lebih mengarahkan pada sistem, akibatnya kajian terhadap persoalan *maintenance* makin menarik dan akan memicu pelaku *maintenance* untuk selalu inovatif dan terus melakukan adopsi berbagai model analisis untuk memecahkan persoalan. Salah satu bentuk upaya yang kini mulai berkembang dalam sistem *maintenance* adalah penerapan manajemen resiko.

Konsep resiko

Resiko dapat diartikan sebagai kombinasi probabilita suatu kejadian dengan konsekuensinya atau akibatnya (ISO Guide 73) [1]. Secara umum resiko sama dengan *uncertainty* atau ketidakpastian yang penekanannya pada akibat yang merugikan dan mungkin tidak merugikan dan bahkan menguntungkan, dimana secara umum terdapat dua bentuk resiko seperti berikut [1][2][4]:

a. *Resiko murni merupakan suatu bentuk k*etidakpastian yang menimbulkan kerugian, sumber resiko murni terutama berupa kerugian akibat kerusakan asset
b. Resiko spakulatif, merupakan bentuk ketidakpastian yang mungkin merugikan atau menguntungkan.

Dalam dunia industri, kebanyakan resiko dianggap sebagai kejadian yang menghambat pencapaian tujuan, sehingga seluruh risiko yang mungkin terjadi dan berdampak negatif secara signifikan harus terlebih dahulu diidentifikasi. Pada bidang *maintenance* risiko yang mungkin terjadi dikatakan sebagai suatu kejadian *breakdown* akibat kerusakan/kegagalan sistem dengan konsekuensi resiko [1][3]:

a. *Terjadinya rugi-rugi produksi (Production Loss), seperti ; kehilangan jam produksi, cacat produksi, terjadinya keterlambatan delivery, kemungkinan*

mendapat pinalti, dll.

b. *Memungkinkan berdampak sosial (Public/Societal Impact), seperti menurunnya image perusahaan yang berdampak pada penurunan harga saham.*
c. *Mengakibatkan terjadi kerusakan lingkungan dan polusi (Environmental Damage and Pollution)*
d. *Berdampak pada keselamatan dan kesehatan kerja operator (Safety to the Operators)*
e. *Mengakibatkan adanya peningkatan ongkos maintenance (Increase Cost of maintenance)*

Dalam sistem *maintenance* konsep resiko adalah *probability of failure* (PoF) dikalikan dengan *consequence of failure* (CoF), dan konsep ini dikembangkan menjadi *Risk Base Inspection* (RBI) yang lebih diarahkan pada peralatan-peralatan statis, (API RP 580, API 510, API 570 dan API 653) [3]. Adapun rumus dasar resiko adalah seperti berikut :

$$\textbf{Risk} = \textbf{PoF} \times \textbf{CoF} \quad \text{..... (1)}$$

PoF = kemungkinan terjadinya kegagalan *peralatan* pada suatu periode tertentu

CoF = konsekuensi apabila suatu Peralatan gagal

Pengukuran/Asesmen Resiko

Menurut *ISO Guide 73* yang dimaksud dengan asesmen resiko adalah keseluruhan proses analisis resiko dan evaluasi resiko. Pengukuran/asesmen risiko dilakukan menggunakan kriteria pengukuran/asesmen resiko secara kualitatif, semi kuantitatif, atau kuantitatif tergantung pada ketersediaan data tingkat kejadian dan dampak kerugian yang ditimbulkannya. Dalam *maintenance* pengukuran lebih ditekankan pada kerusakan sistem. Dengan demikian asesmen resiko adalah proses evaluasi *hazard* untuk dapat menentukan tingkat tindakan yang diperlukan untuk mengurangi resiko

Fault-Tree Analysis

Ada beberapa teknik untuk mengevaluasi dan mengkaji kerusakan sistem, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Pendekatan dan metodologi terbaik untuk mengevaluasi kerusakan akan tergantung dari factor-faktor berikut [4]:

1. Tujuan penelitian yang akan dilakukan.
2. Karakteristik sistem
3. Mode mode kerusakan (*failure modes*)
4. Prosedur pengoperasian dan *maintenance* sistem

***Fault-Tree Analysis* (FTA)** adalah salah satu metoda analisis dari sistem keandalan dan biasanya digunakan untuk menganalisis kerusakan, umumnya dalam bentuk grafis dengan tujuan untuk m*enganalisis perancangan sistem, menjastifikasi adanya perubahan sisitem, p*enelitian terhadap performansi sistem dan me*nganalisis terhadap bentuk-bentuk kerusakan yang terjadi pada sistem*

FTA adalah teknik yang banyak dipakai untuk studi terkait dengan resiko dan keandalan suatu sistem *engineering* dan berorientasi pada fungsi (*function oriented*) atau yang lebih dikenal dengan pendekatan "*top down",karena a*nalisisnya bermula dari sistem *level* atas *(top)* dan meneruskannya kebawah. Titik awal analisis dimulai dengan identifikasi bentuk/mode kerusakan fungsional pada level atas suatu sistem atau subsistem. [5]

FTA mengilustrasikan kondisi komponen sistem *(basic event*), dan hubungan antara *basic event* dengan *top event* yang dinyatakan dengan symbol yang disebut gerbang logika (*logic gate*). *Output* dari gerbang logika ditentukan oleh event yang masuk kegerbang tersebut. Tahapan dasar dari FTA dimulai dari :

Mendefinisikan problem dan kondisi batas (*boundary condition*) sistem,

Pengkontruksian *fault tree,*

Identifikasi minimal *cut set* atau *path set*

Analisis kualitatif dan atau kuantitatif.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan dasar yang digunakan dalam proses pemecahan persoalan, adapun tahapan tersebut adalah :

1. Merumuskan persoalan,

Faktor keberadaan *maintenance* dalam

kegiatan industri menyangkut kondisi sistem yang dituntut untuk tetap siap guna dan harus mampu menunjukkan pelaksanaan kinerjanya sesuai fungsi dan keperluannya. Faktor lainnya yang perlu mendapat perhatian, seperti persoalan *downtime, service life*, efisiensi dan dampak terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan juga ongkos. Dengan demikian persoalan yang terjadi dalam *maintenance* adalah bagaimana memastikan unjuk kerja sistem dapat memberikan kepuasan dalam pengoperasiannya sesuai dengan factor-faktor tersebut. Meskipun faktanya definisi tingkat penerimaan sulit untuk ditentukan, namun kecenderungannya kondisi sistem dapat diteliti dan memungkinkan dapat digunakan sebagai indicator dari kebutuhan terhadap sistem *maintenance*.

2. **Penentuan tujuan dan keluaran**
   Bertitik tolak dari pemikiran tersebut, implikasi dari kajian ini pada pokoknya bertujuan untuk mencari jawab yang baik dalam penyelesaian-penyelesaian masalah *maintenance* melalui aplikasi asesmen resiko, adapun keluarannya adalah estimasi secara jelas konsekuensi dan kemungkinan resiko yang terjadi dan kerangka waktu tindakan yang harus dilakukan.

3. **Identifikasi kerusakan**
   Diawali dengan pengumpulan data dan informasi, kemudian kerusakan suatu objek/sistem dianalisis dengan menggunakan FTA, sehingga memungkinkan melakukan identifikasi kerusakan. Obyek yang digunakan dalam kajian ini adalah ***Generator Set Caterpillar type 3306 Polban.*** **[8]**

4. **Deskripsi resiko**
   Mengungkap dan menjelaskan resiko yang telah diidentifikasi dalam bentuk yang terstruktur. Rancangan terstruktur berguna untuk memastikan bahwa proses identifikasi, deskripsi dan asesmen resiko telah dilakukan dengan komprehensip

5. **Estimasi resiko**
   Melakukan kalkulasi dan asesmen resiko sesuai metodologinya

6. **Profil resiko**, merupakan langkah penentuan profil resiko

3. HASIL DAN BAHASAN

Kriteria asesmen resiko

Langkah awal dalam asesmen resiko adalah menentukan kriteria asesmen resiko itu sendiri, criteria tersebut adalah :

1. Asesmen resiko harus didasarkan pada penelusuran data dan sesuai dengan kondisi manajemen data yang ada
2. Metodologi asesmen harus ; sistematik, simple, komprehensip, konsisten dan mampu untuk dikerjakan.

Data dan informasi

Adapun data dan informasi dari obyek bahasan seperti pada tabel 1 dan 2 berikut

Tabel 1 Data Genset Polban

GENERATOR SET RATING 135 KW PRIME POWER CATERPILLAR TYPE 3306			
Model	SR-4		
RPM	1500		
Generator Frame Number	447		
Generator Part Number	5N7075		
Generator Serial Number	5FA00808		
INCLUDE THE ABOVE INFORMATION AND SERIAL NUMBER WHEN ORDERING PARTS AND CORRESPONDANCE			
3 Phase 10 Wire CONTINUOUS Rating 169 KVA 135 KW 8 PF			
TEMPERATURE RISE BY RESISTANCE FOR CONTINUOUS LOAD			
Stator	105 ^{0}C		
Rotor	105 ^{0}C		
Low Connection	200 Volts	488 Amperes	
High Connection		244 Amperes	
Excitation	18 Volt	6,3 Amperes	
Overload Capacity	110	Percent For	2 Hours

Tabel 2 Data pengoperasian Generator Set

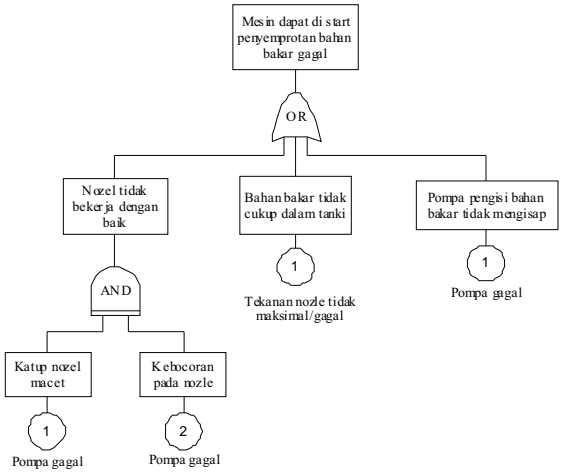
Tahun	Penunjukkan Terakhir (jam)
2008	880
1995	515
Total operasi 1995-2008	365 jam operasi

Sumber UPT PP Polban

Mekanisme identifikasi kerusakan

Identifikasi kerusakan dengan FTA bertujuan untuk mendefinisikan kejadian puncak yang tidak diinginkan dalam system yang diamati, FTA digambarkan dalam bentuk diagram logic dan detail yang memperlihatkan kombinasi kejadian yang mengarah pada suatu kondisi tertentu.

Kemungkinan terjadi kerusakan obyek ditentukan oleh gambar 1.



Gambar 1. Sistem bahan bakar

Metodologi asesmen resiko

Fokus asesmen resiko terutama melakukan penilaian frekuensi terjadinya resiko dan dahsyatnya konsekuensi resiko jika terjadi. Dalam kasus ini asesmen dimulai dari :

1. **Analisis Frekuensi Resiko**

   Dalam menganalisa frekuensi dari resiko, data yang diperoleh diambil dari waktu operasional mesin yang terdapat pada *counter* jam kerja. Ini dikarenakan waktu operasional mesin hanya pada saat adanya pemutusan listrik dari PLN saja. Berdasarkan data yang ada generator set dioperasikan dari tahun 1995-2008 memiliki 365 jam operasi atau rata-rata 28 jam/tahun, sehingga nilai rata-rata terjadi nya kerusakan atau nilai *main time to failure* (MTTF) dapat dihitung dengan :

2. **Analisis kerugian berdasarkan ongkos yang terjadi**

Dalam melakukan analisis kerugian berdasarkan biaya perbaikan, terdapat beberapa biaya yang perlu diperhatikan. Adapun biaya-biaya tersebut ialah :

a. Biaya tenaga kerja perawatan

   Pada saat genset mengalami kerusakan, pihak maintenace UPT Perawatan dan Perbaikan menyerahkan jasa servis kepada pihak kedua, yaitu jasa servis yang telah ahli untuk memperbaiki genset tersebut. Ada pun jasa servis tersebut berkisar Rp 250.000,- / jam dan jumlah tersebut dikalikan jumlah jam kerja pada saat memperbaiki.

b. Biaya konsekuensi operasional

   Biaya ini diwujudkan dalam jumlah kerugian yang akan di terima oleh mahasiswa Politeknik Negeri Bandung dikarenakan aktifitas yang tertunda untuk di lakukan pada hari yang tidak di rencanakan. Aktifitas itu seperti terjadinya jam kuliah pada hari-hari libur untuk memenuhi objektif dari prilaku mahasiswa.

Dalam hal ini mahasiswa mengalami kerugian atas biaya yang telah dikeluarkan, jika diketahui :

1. Biaya SPP/semester (6 bulan) sebesar Rp 1.800.000,-
2. Jumlah keseluruhan mahasiswa 3600 orang
3. Jumlah aktif masa perkuliahan 5 hari dalam 1 minggu
4. Dalam 1 bulan ada 4 minggu, jadi untuk 6 bulan terdapat hari masa aktif perkuliahan.
5. Jam perkuliahan dari 07.00 14.00 atau sama dengan 7 jam
6. Rata-rata jumlah jam kerja maintenance selama 8 jam.

Biaya operasional ini dihitung dengan :

$$Bo = \frac{C_o}{t} \quad \text{.....} \quad (4)$$

dengan :

C_o = jumlah biaya perkuliahan/semester

t = masa aktif perkuliahan

sehingga :

Biaya operasional = 1.800.000 / 120
= Rp 15.000,-

Jika generator mengalami kerusakan, maka jumlah kerugian yang akan diterima oleh 1 orang mahasiswa yaitu Rp 15.000,-/hari dan untuk per jam biaya kerugian mahasiswa sebesar Rp 15.000,-/7jam perkuliahan = Rp 2.142,- atau sama dengan Rp 2.150,-/jam. Jika keselurahan mahasiswa politeknik berjumlah 3600 maka menjadi ,-/jam,

Biaya perbaikan = (Rp.250.000 x 8) + Rp.7.740.000,- = Rp.9.740.000

Dengan demikian biaya kesuluruhan adalah 9.740.000,- per 8 jam, dan untuk per menit dari kerugian dikarenakan biaya perbaikan dikenakan sekitar Rp 20.300,-/menit. Setelah diketahui biaya kerugian, jumlah keseluruhan dari biaya-biaya tersebut akan dikalikan dengan jumlah nilai MTTR (Mean Time To Repair), yaitu rata-rata lama perbaikan dari setiap komponen. Untuk mendapatkan nilai MTTR ini berdasarkan data yang ada. Berikut hasil bagi waktu perbaikan yang telah di identifikasi dengan frekuensi kerusakan selama 13 tahun (tabel 4

Tabel 4 Data waktu perbaikan komponen

Nama parts	Bentuk dan sebab kerusakan	Waktu perbaikan	Frekuensi kerusakan	Waktu rata-rata perbaikan
Pompa bahan bakar	Saringan kotor, pompa tidak berfungsi	90	3	30
Nozle	Penyemprotan dan pengabutan tidak sempurna	240	2	120
Jumlah rata-rata waktu perbaikan/kerusakan				75

Sumber : UPT Perawatan dan Perbaikan

Untuk biaya kerusakan (C_F) pada penggatian tiap-tiap komponen tidak di hitung dikarenakan pihak UPT Perawatan dan Perbaikan tidak dapat memberikan jumlah biaya tersebut untuk di lakukan analisis. Jadi hanya biaya perbaikan dan jumlah waktu rata-rata perbaikan saja yang di lakukan analisis kerugian. Adapun untuk mencari kerugian berdasarkan biaya perbaikan (C_R) dihitung melalui :

C_R = Rata-rata kerugian biaya perbaikan x waktu rata-rata perbaikan ..... (5)

Dan tabel 5 menunjukkan terjadinya kerugian pada setiap kali melakukan perbaikan.

Tabel 5 Data kerugian tiap kali kerusakan

Nama alat	Rata-rata kerugian biaya perbaikan (Rp/menit)	Waktu rata-rata perbaikan (menit)	Kerugian tiap kali perbaikan (C_R) (Rp/menit)
Pompa bahan bakar	20.300	120	609.000
Nozle	20.300	30	2.436.000
	Total kerugian		3.039.000

Untuk menghasilkan prioritas resiko dalam jam cukup dikalikan dengan 60 menit(1 jam), dengan dimikian didapatlah kerugian tiap kali kerusakan tersebut dalam jam/per jam. Misalnya pada komponen nozle penyemprot bahan bakar, mempunyai nilai kerugian Rp 2.436.000,-/menit. Untuk mengetahui prioritas dari resiko maka harus di kalikan 60 menit menjadi Rp 146.160.000,-/jam.

3. Tingkat kesulitan dalam perbaikan

Dalam memperbaiki kerusakan, maka terdapat tingkat kesulitan yang bervariasi untuk tiap komponen yang berbeda. Menurut staf maintenance, terdapat komponen yang bila rusak, maka akan sangat mudah dalam memperbaiki kerusakannya, tetapi ada juga yang sangat sulit dalam memperbaikinya. Tingkat kesulitan ini sangat berkaitan

Saat komponen rusak. Maka untuk mengatasinya diberikan skala tingkat kesulitan dari 1 sampai 5. Skala 1 untuk yang paling mudah, sedangkan 5 untuk yang paling sulit dalam memperbaiki kerusakan komponen yang terjadi dengan skala kesulitan yang digunakan seperti pada tabel 6 sedang tabel 7 menunjukkan data tingkat kesulitan dalam perbaikan.

Tabel 6 Skala tingkat kesulitan

Skala kesulitan		waktu perbaikan (menit)
1	Sangat Ringan	$\leq$ 20
2	Ringan	20 - 40
3	Sedang	40 - 60
4	Sulit	60 - 80
5	Sangat sulit	80 $\geq$

Tabel 7 Data tingkat kesulitan dalam perbaikan

Nama part	Bentuk kerusakan	Tingkat kesulitan
Pompa bahan bakar	Saringan kotor, pompa tidak berfungsi	2
Nozle	Penyemprotan dan pengkabutan tidak sempurna	5

4. Analisis Prioritas Resiko

Untuk menentukan nilai resiko maka diperlukan nilai *Likelihood* (peluang) dan nilai *Consequence* (konsekuensi*)*. Nilai *Likelihood* (peluang) adalah nilai frekuensi dari suatu komponen mengalami kerusakan dalam per tahun. Sedangkan nilai Consequence (konsekuensi*)*. yang digunakan adalah nilai kerugian biaya berdasarkan biaya perbaikan *(Cr)* .

Consequence = Kerugian tiap kali perbaikan (menit) x 60 (1jam) ..... (6)

Pada tahap ini maka akan diketahui nilai resiko untuk tiap bentuk kerusakan pada equipment di sistem bahan solar. Nilai dari resiko tersebut adalah berupa biaya yang dikeluarkan dalam suatu periode waktu. Hasil perhitungan nilai resiko seperti pada tabel 8, dihitung dengan rumus :

$$R = L x C$$

dimana :
R = Resiko
L = *Likelihood*
C = *Consequences*

Tabel 8 Data prioritas resiko

Nama part	Bentuk kerusakan	Likelihood (frek./th)	Consequnce (Rp/jam)	Resiko (Rp/th)
Pompa bahan bakar	Saringan kotor, pompa tidak berfungsi	0,058	36.540.000	2.119.320
Nozle	Penyemprotan dan pengabutan tidak sempurna	0,038	146.160.000	5.554.080

5. Penentuan level resiko

Resiko dapat dianalisa dengan mengkombinasi - kan nilai konsekuensi dan kemungkinan dari resiko itu sendiri. Tingkat atau level dari suatu resiko didefinisikan sebagai hubungan antara *consequences* (dampak*)* dan *likelihood*. (peluang). Untuk memudahkan penentuan level resiko ini dibuatlah suatu tabel *risk-matrix*. Kriteria dari masing-masing kelas, dalam *likelihood* dan *consequences pada* tabel 9 dan tabel 10, sedangkan untuk mengetahui hubungan peluang dan konsekuensi/dampak ditentukan oleh matrik resiko (tabel 11), sehingga hasil analisis dapat diketahui seperti pada tabel 12.

Tabel 9 Level Likelihood

Level	Descriptor	Description
A	Almost Certain	Resiko terjadi lebih dari 5 kali dalam 13 tahun
B	Likely	Resiko terjadi 4-5 kali dalam 13 tahun
C	Moderate	Resiko terjadi lebih dari 3 atau kurang dari 4 kali dalam 13 th
D	Unlikely	Resiko terjadi 2-3 kali dalam 13 tahun
E	Rare	Resiko jarang sekali muncul atau terjadi kurang dari 2 kali dalam 13 tahun

Sumber : UPT Perawatan dan Perbaikan

Tabel 10 *Level Consequences*

Level	*Descriptor*	Deskripsi
A	*Low*	Kerugian financial yang di tanggung $\leq$ 10 juta.
B	*Minor*	Kerugian finansial yang ditanggung antara 10-30 juta
C	*Moderate*	Kerugian finansial yang ditanggung antara 30-70 juta
D	*Major*	Kerugian finansial yang ditanggung antara 70-90 juta
E	*Critical*	Kerugian finansial yang ditanggung $\geq$ 90 juta.

Sumber : UPT Perawatan dan Perbaikan

Tabel 11 *Risk Matrix*

Level	Likelihood	Consequences				
		Low	Minor	Moderate	Major	Critical
A	*Almost certain*	H	H	E	E	E
B	*Likely*	M	H	H	E	E
C	*Moderate*	L	M	H	E	E
D	*Unlikely*	L	L	M	H	E
E	*Rare*	L	L	M	H	H
Level		A	B	C	D	E

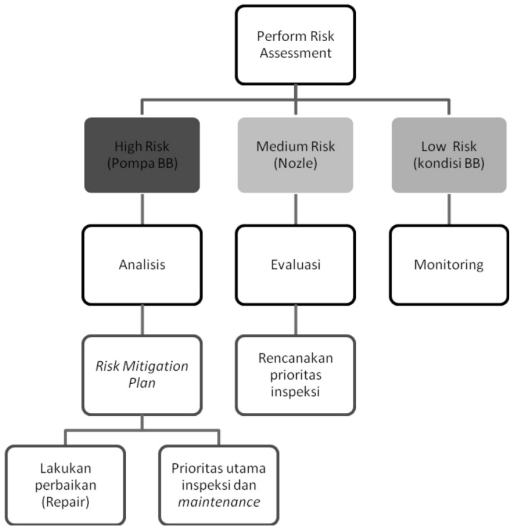
Dimana :
L = Low Risk
M = Moderate Risk
H = High Risk
E = Extreme Risk

Tabel 12 Analisis Level Likelihood dan Cosequence

Nama alat	Frek. rusak	Level likelihood	Nilai kerugian konsekuensi (Rp)	Level conseq.	level Risk matrix
Pompa bahan bakar	3	D	36540.000	C	Moderate Risk
Nozle	2	D	146160.000	E	Extreme Risk

5. *Risk and Integrity Assessment Map*

Sebagai tindak lanjut dari analisis resiko adalah Melakukan *mapping* terhadap asesmen resiko secara terintegritas dengan tindakan yang harus diambil, adapun *mapping* tersebut adalah seperti pada gambar 2 berikut :



Gambar 2 : Pemetaan Assesmen resiko dan integrasinya

4. KESIMPULAN

Penggunaan asesmen resiko dalam *maintenance* dapat pula dipakai pada sistem selain *static equipment*. Sistem bahan bakar *Generator Set* sebagai obyek kajian memberikan indikasi ada potensi kerusakan yang beresiko. Komponen sistem yang mempunyai resiko tertinggi adalah *nozzle,* sehingga diperlukan rencana mitigasi resiko, sedang pompa bahan bakar perlu direncanakan mendapat prioritas inspeksi karena masuk dalam tingkat *medium risk*.

DAFTAR BACAAN

1. Peace, Robert W., Editor, *The ISO 9000 Handbook*. Fairfax, VA: CEEM Information Services, 1992.
2. Gas Processors Suppliers Association, *Engineering Data Book,* SI Version, Twelfth Edition-SI, GPSA, 2004.
3. Dhillon B.S., *Mechanical Reliability : Theory, Models and Applications*, AIAA, Education Series, 1988.
4. Embrechts, Paul, 2000, *Extreme and Integrated Risk Management,* London: Risk Publication.
5. Sudradjat Ating, *Reliability Maintenance,* Jurusan Mesin Politeknik Negeri Bandung, 2008.
6. API Standars 660.
7. Caterpillar Tractor, *Operation & Maintenance Standards,* 3304/3306 Industrial Engine.
8. Redha M. Rasyid, *Identifkasi Resiko dan Keandalan pada Sistem Generator Set Caterpillar type 3306, Studi kasus di UPT Perawatan dan Perbaikan Politeknik Negeri bandung,* Program D4 Jurusan Teknik Mesin, Polban.