

# Evaluasi dan Perancangan Sistem Proteksi Sambaran Petir Pada Tangki Produk 1 Berjenis *Internal Floating Roof Tank* dan *Fix Roof Tank* di PT. TPPI Tuban

Donadoni Imantika<sup>1\*</sup>, Annas Singgih Setiyoko<sup>2</sup>, Mades Darul Khairansyah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 6011

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya 60111

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya 60111

Email : doni.imantika@yahoo.com

## Abstrak

PT. TPPI Tuban merupakan perusahaan petrokimia dan *refinery* penghasil produk *petroleum* dan *aromatics Benzene, Toluene, Xylene* (BTX) yang berlokasi di Tuban, Jawa Timur. Potensi bahaya kebakaran dan ledakan dapat terjadi pada tangki, salah satunya diakibatkan oleh sambaran petir. Loncatan arus sambaran petir terjadi karena sistem penyaluran arus ke pembumian kurang maksimal. Penelitian ini dilakukan dengan metode evaluasi berdasarkan peraturan dan kondisi kenyataan proteksi penyalur petir dilapangan, dan dengan simulasi dampak ledakan pada tangki menggunakan *software* ALOHA. Peraturan SNI 03-7015-2004, katalog ERITECH 1000 dan API 545 digunakan sebagai standar evaluasi penelitian ini. Hasil analisis wilayah dampak ledakan didapatkan radius ledakan zona merah 1,87 km, zona *orange* 2,65 km dan zona kuning 4,04 km dari tangki *reformate*. Hasil evaluasi pada SNI 03-7015-2004 menyatakan tingkat proteksi level IV dimana mengharuskan dilakukan pemasangan sistem proteksi petir eksternal disetiap tangki. Didapatkan secara optimal penambahan penghantar penyalur dan *air terminal* pada desain SPP eksternal sebanyak satu *air terminal* pada setiap tangki, dengan ketinggian 3 meter dari permukaan atap tangki, berdasarkan katalog produk ERITECH 1000. Hasil evaluasi berdasarkan API 545 pada tangki *reformate*, menyatakan bahwa tidak adanya sistem proteksi petir pada tangki dengan pemasangan *bonding system* dan *insulation*. Oleh karena itu, pemasangan *bonding system* sebanyak 51 buah *shunt* dan lima buah *bypass conductor*, serta pemasangan *insulation* pada komponen konduktif selain *shunt* dan *bypass conductor* pada tangki *reformate* perlu dilakukan.

Kata Kunci : Simulasi *Threat Zone, Lightning Protection System, Storage Tank, SNI-03-7015-2004, API 545*

## 1. PENDAHULUAN

PT. TPPI Tuban kependekan dari Trans-Pacific Petrochemical Indotama, merupakan perusahaan petrokimia dan *refinery* terbesar di Asia Tenggara penghasil produk-produk *petroleum* dan *aromatics* (BTX). Selain itu TPPI juga memproduksi produk-produk kategori *petroleum* antara lain *Premium, Pertamina, Kerosene, Gas Oil*, dll. Produk yang dihasilkan oleh PT. TPPI Tuban memiliki karakteristik *flammability* yang sangat tinggi. Oleh karena itu diperlukan proteksi seoptimal mungkin pada beberapa sektor bangunan, tidak terkecuali pada tangki penyimpanan atau tangki produk PT. TPPI Tuban. Semakin tinggi potensi bahaya kebakaran dan peledakan yang dapat terjadi pada tangki produk 1 PT. TPPI Tuban, salah satunya dapat terjadi karena adanya peningkatan / ekspansi *vapour* dari produk didalam tangki, yang diakibatkan *flash point* bahan tersebut yang sangat kecil. Dengan begitu jika terjadi penyulutan akan menimbulkan penyalaan dari *vapour* yang timbul. Salah satu sumber

penyulutan adalah dari *arc* atau percikan, yang biasanya timbul dari loncatan arus sambaran petir ke tangki. Oleh karena itu perlu dilakukan pemroteksian pada tangki, mulai dari sistem penyalur petir.

Untuk melindungi dan mengurangi dampak kerusakan akibat sambaran petir maka dipasang sistem pengaman sambaran petir pada tangki produk 1. Sistem pengaman ini berupa sistem penyalur petir beserta pentanahannya Dengan tujuan mengetahui ketidaksesuaian sistem proteksi petir pada *flammable storage tank* PT. TPPI Tuban, agar dapat dilakukan mitigasi seoptimal mungkin untuk sistem proteksi sambaran petir pada *flammable storage tank*.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Pemilihan Tingkat Proteksi Untuk Sistem Proteksi Petir (SNI 03-7015-2004)

Pemilihan tingkat proteksi yang memadai untuk suatu sistem proteksi petir didasarkan pada frekuensi sambaran petir langsung setempat ( $N_d$ ) yang diperkirakan ke struktur yang diproteksi dan frekuensi sambaran petir tahunan setempat ( $N_c$ ) yang diperbolehkan. Kerapatan kilat petir ke tanah atau kerapatan sambaran petir ke tanah rata-rata tahunan di daerah tempat suatu struktur berada dinyatakan sebagai :

$$N_g = 0,04 \cdot T_d^{1,26} / \text{km}^2 / \text{tahun} \quad (1)$$

dimana  $T_d$  adalah jumlah hari guruh rata-rata per tahun di daerah tempat struktur yang akan diproteksi.

$$N_d = N_g \cdot A_e \cdot 10^{-6} / \text{tahun} \quad (2)$$

Dengan :

$T_d$  : Hari guruh pertahun

$N_g$  : Kerapatan sambaran petir ke tanah (sambaran/ $\text{Km}^2$ /tahun )

$A_e$  : Luas daerah yang memiliki angka sambaran petir sebesar  $N_d$  ( $\text{Km}^2$ )

Dimana  $A_e$  adalah area cakupan dari struktur ( $\text{m}^2$ ) yaitu daerah permukaan tanah yang dianggap sebagai struktur yang mempunyai frekuensi sambaran langsung tahunan. Daerah yang diproteksi adalah daerah di sekitar struktur sejauh 3h dimana h adalah tinggi struktur yang diproteksi. Pengambilan keputusan perlu atau tidaknya memasang sistem proteksi petir pada bangunan berdasarkan perhitungan  $N_d$  dan  $N_c$  dilakukan sebagai berikut :

- a. Jika  $N_d \leq N_c$  tidak perlu sistem proteksi petir.
- b. Jika  $N_d > N_c$  diperlukan sistem proteksi petir dengan efisiensi :  $E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d}$   
 Dengan tingkat proteksi sesuai tabel 1.

**Tabel 1. Efisiensi Sistem Proteksi Petir**

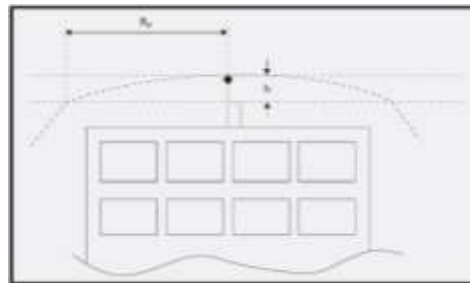
Tingkat Proteksi	Efisiensi SPP (E)
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

### 2.2. Evaluasi SPP Eksternal

1. *Air Terminal* (Terminasi Udara) dengan metode yang digunakan menggunakan katalog produk ERITECH 1000 (NFC 17-102:2011) adalah metode yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan *air terminal* pada suatu bangunan. Daerah yang diproteksi adalah daerah yang berada di dalam area proteksi.

**Tabel 2. Jangkauan Radius Proteksi produk RITECH 1000**

Level Proteksi	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
h (m)	Rp (m) Radius Proteksi			
2	17	19	23	26
3	25	26	34	39
4	34	39	46	52
5	42	49	57	65
6	43	49	58	66
7	44	50	59	67
8	44	51	60	68



**Gambar 1. Simulasi Proteksi Produk ERITECH 1000**

2. *Down Conductor* (Konduktor Penyalur) berfungsi sebagai penyalur arus petir yang mengenai Terminasi udara (terminal udara) dan diteruskan ke pbumian/*grounding*.
3. *Grounding* (Pembumian) adalah menanam satu/beberapa elektroda kedalam tanah dengan cara tertentu untuk mendapatkan tahanan pbumian yang diinginkan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Pemilihan Tingkat Proteksi SPP Berdasarkan Standar SNI 03-7015-2004

Penggunaan standar SNI 03-7015-2004 memberikan cara perhitungan dengan menggunakan data hari guruh, data ukuran bngunan / daerah, area proteksi, frekuensi sambaran tahunan ( $N_c$ ) yang diperbolehkan pada struktur, dengan terlebih dahulu menghitung kerapatan sambaran ke tanah ( $N_g$ ).

Kerapatan samabran petir ke tanah ( $N_g$ ) dipengaruhi oleh hari guruh rata-rata per tahun ( $T_d$ ) di daerah tersebut. Dikarenakan berada pada daerah dataran rendah sekitar diambil hari guruh rata-rata per tahun sebesar 102 dan tingkat kerawanan petir tergolong dalam kategori sedang. Jika dilakukan analisis dan diketahui  $N_c$  sebesar  $10^{-1}$  dengan panjang dan lebar bangunan yang berbeda, diperoleh data sebagai berikut :

**Tabel 3. Tingkat Proteksi Untuk Setiap Tangki**

No	Nama Tangki	Parameter Bangunan		Luas	Parameter SNI 03-7013-2004					Kebutuhan Proteksi	Tingkat Proteksi
		D	Tinggi		6h	Ae (m <sup>2</sup> )	Ng	Nd	E		

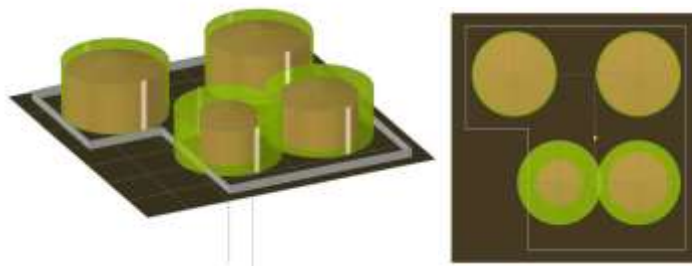
1	Tangki 920-T-002A	63.8	14.95	3195.3	89.7	18469.3	13.5	0.25	60.19%	diperlukan proteksi	IV
2	Tangki 920-T-002B	63.8	14.95	3195.3	89.7	18469.3	13.5	0.25	60.19%	diperlukan proteksi	IV
3	Tangki 920-T-003	36.8	14.95	1063.1	89.7	12561.7	13.5	0.17	41.38%	diperlukan proteksi	IV
4	Tangki 920-T-005	49	14.95	1884.8	89.7	15101.5	13.5	0.20	51.24%	diperlukan proteksi	IV

### 3.2. Evaluasi SPP Eksternal

1. Dari tabel diatas, didapatkan bahwa untuk pemasangan satu *air terminal* dengan ketinggian 3 meter, seperti pada kondisi *existing* yang masih belum bisa memproteksi keseluruhan tangki, dari bahaya sambaran petir. Maka dari itu dibutuhkan tambahan proteksi *air terminal* lagi dengan jumlah 4 buah *air terminal* pada masing masing tangki, dengan ketinggian 3 meter dan radius proteksi 39 meter. Berikut detail dan simulasi perancangan menurut katalog produk ERITECH 1000.

**Tabel 4. Deatail Perancangan Air Terminal Menurut Katalog ERITECH 1000**

No	Tangki	Luas Tangki	Luas Daerah Terproteksi	Jumlah Penyalur Petir	Jumlah
1	920-T-002 A	3195,3	4775,94	0,669041068	1
2	920-T-002 B	3195,3	8490,56	0,376335601	1
3	920-T-003	1063,1	13266,5	0,080134173	1
4	920-T-005	1884,8	13677,84	0,137799536	1



(a) (b)

**Gambar 2. Penambahan Air Terminal Menurut Katalog ERITECH 1000 NFC 17-102:2011 (a) Tampak Samping (b) Tampak Atas**

Sumber : Hasil penelitian, 2017

Melihat simulasi perancangan diatas, pemasangan 1 *air terminal* pada setiap tangki sudah dapat memproteksi tangki secara keseluruhan, menurut katalog produk ERITECH 1000. Pemasangan 1 *air terminal* pada setiap tangki, dirasa sangat efektif dalam memproteksi tangki dari sambaran petir yang ada. Pemasangan *air terminal* sangat dibutuhkan untuk *self protection* pada tangki dengan bahaya peledakan dan terbakar yang sangat tinggi.

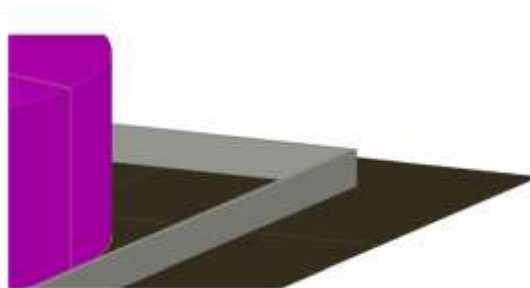
- Untuk pemasangan penghantar penyalur dilakukan disetiap jarak rata – rata berdasarkan pada tingkat proteksi atau pada setiap lokasi pemasangan *air terminal* sesuai dengan syarat pemasangan SNI 03-7015-2004. Maka pemasangan penghantar penyalur pada setiap tangki memiliki jumlah yang berbeda untuk setiap perancangan. Berikut tabel kebutuhan penghantar penyalur pada setiap tangki dan simulasi perancangan penghantar penyalur.

**Tabel 5. Jarak Rata-Rata Penghantar Penyalur**

Tingkat Proteksi	Jarak Rata – Rata (m)
I	10
II	15
II	20
IV	25

**Tabel 6. Kebutuhan Penghantar Penyalur Pada Setiap Tangki Berdasarkan Setiap Simulasi Perancangan**

No	Tangki	Tingkat Proteksi	Kebutuhan Penghantar Penyalur		
			Sudut Proteksi 1	Sudut Proteksi 2 (Tower)	Katalog Eritech
1	920-T-002 A	IV	9	2	1
2	920-T-002 B	IV	9	2	1
3	920-T-003	IV	5	2	1
4	920-T-005	IV	5	2	1



**Gambar 3. Penempatan Penghantar Penyalur**

Sumber : Hasil penelitian

- Jenis tanah pada tangki produk adalah tanah berair dikarenakan PT. TPPI Tuban berlokasi di pesisir pantai, untuk jenis tanah ini tahanan jenis tanah ini adalah sebesar 30  $\Omega$ m. Pada sistem pembumian terukur pada rumah *grounding* sudah sangat baik, namun pemasangan *grounding* di sisi – sisi setiap tangki masih belum dilakukan pengukuran tahanan pembumian. Sedangkan untuk ketentuan umum pada **PUIL 2000 pasal 3.13.2.10** untuk total seluruh tahanan pembumian tidak boleh lebih dari 5  $\Omega$ . Tahanan pentanahan pada lokasi tangki produk PT. TPPI Tuban didapatkan melalui perhitungan sebesar Jika ditinjau dari data pengukuran ternyata hasilnya tidak jauh berbeda dengan perhitungan sebesar 0,8082  $\Omega$ , dimana tahanan pembumian dibawah standar yang telah ditetapkan oleh PUIL 2000, yaitu kurang dari 5 ohm, sedangkan yang terukur sebesar 0,91  $\Omega$  dan 1,19  $\Omega$  untuk 2 kali pengukuran untuk GW-920-05 dan sebesar 0,45  $\Omega$  dan 1,00  $\Omega$  untuk 2 kali pengukuran untuk GW-920-.06.

**Tabel 7. Lokasi Pembumian di Area Tangki Produk 1 PT. TPPI Tuban**

No	Lokasi Pembumian	Jumlah Elektroda Pembumian	Kedalaman
1	Rumah <i>grounding</i> GW-920-05	1 buah	56 meter
2	Rumah <i>grounding</i> GW-920-06	1 buah	56 meter
3	Tangki 920-T-002 A	6 buah	3 meter
4	Tangki 920-T-002 B	4 buah	3 meter
5	Tangki 920-T-003	6 buah	3 meter
6	Tangki 920-T-005	3 buah	3 meter

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Tingkat proteksi berdasarkan SNI-03-7015-2004 pada masing – masing tangki yaitu, tangki 920-T-002A (dengan efisiensi sebesar 60,19% sehingga berada pada tingkat proteksi IV), tangki 920-T-002B (dengan efisiensi sebesar 60,19% sehingga berada pada tingkat proteksi IV), tangki 920-T-003 (dengan efisiensi sebesar 41,38% sehingga berada pada tingkat proteksi IV), tangki 920-T-005 (dengan efisiensi sebesar 51,24% sehingga berada pada tingkat proteksi IV).
2. Berdasarkan katalog ERITECH 1000 didapat luas proteksi pada kondisi *existing* 2064 m<sup>2</sup> dari 27453 m<sup>2</sup> yang seharusnya diproteksi. Berikut perancangan pemasangan *air terminal* menggunakan katalog ERITECH 1000.
  - a. Dilakukan perancangan *air terminal* menggunakan katalog produk ERITECH 1000, dan didapatkan kebutuhan jumlah *air terminal* pada masing masaing tangki sebanyak 1 *air terminal* dengan ketinggian 3 meter.
3. Penghantar penyalur yang terpasang menggunakan *Bare Strand Cooper Cable* berbentuk pilin dengan *cross section* 25 mm<sup>2</sup>. Pada kenyataannya sarat minimal pemasangan penghantar penyalur dengan tipe *Bare Strand Cooper Cable* adalah 16 mm<sup>2</sup>. Jadi tidak perlu dilakukan penggantian kabel penghantar penyalur, dikarenakan sudah memenuhi syarat peraturan SNI 03-7015-2004.
4. Elektroda pembumian hasil perhitungan pentanahan di peroleh tahanan tanah sebesar 0,8082 Ω pada masing - masing rumah *grounding*. Persyaratan pemasangan elektroda pembumian menurut PUIL 2000 yang berada dibawah 5 Ω. PT. TPPI Tuban sudah memiliki pembumian paralel tersebut di setiap tangkinya.

#### 5. DAFTAR NOTASI

Td : Hari guruh per tahun

Ng : Kerapatan sambaran petir ketanah (sambaran/km<sup>2</sup>/tahun)

Ae : Luas daerah yang memiliki angka sambran petir sebesar Nd (km<sup>2</sup>)

Nc : Frekuensi sambaran petir setempat

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

ICS 29.020; 91.120.40 Badan Standardisasi Nasional (2004) ‘SNI 03-7015-2004’.

ICS 29.020; 91.120.40 Badan Standardisasi Nasional (2009) ‘SNI IEC 62305-1:2009’, 1(2006).

Lightning, E. S. E. and Products, P. (2011) ‘ESE Lightning Protection Products ERICO System 1000’.

Hartono, D. (2009) ‘Evaluasi Sistem Proteksi Instalasi Penangkal Petir Eksternal Pada Bangunan Gedung Departemen

Kelautan Dan Perikanan’.

Indonesia, S. N. and Nasional, B. S. (2000) ‘Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)’, 2000(Puil).

Suharnoto, Y. (2012) ‘Evaluasi Sistem Proteksi Listrik Kantor Bupati Landak’, 4(2), pp. 47–52.