

## IDENTIFIKASI ZONA BAHAYA KEBAKARAN PADA UNIT ELECTROCHLORINATION PLANT (ECP) PLTU REMBANG

Susilo Adi Widyanto, Agus Suprihanto  
Departemen Teknik Mesin Universitas Diponegoro  
Kampus Teknik Mesin UNDIP, Tembalang Semarang  
Email: susilo70@yahoo.com

### ABSTRAK

Guna menghindari terjadinya *biofouling* suatu PLTU membutuhkan zat disinfektan. Zat ini berguna menekan perkembangannya mikroorganisme laut pada unit-unit lainnya seperti kondenser, pompa, pipa dll. Zat disinfektan yang banyak digunakan adalah sodium hypochlorite yang dihasilkan dari proses elektrolisis air laut yang dihasilkan pada unit *electrochlorination plant* (ECP). Proses elektrolisis tersebut ternyata menghasilkan pula gas hidrogen yang mudah terbakar. Oleh karena itu diperlukan kajian untuk mengetahui level dan zona potensi bahaya kebakaran pada unit ECP. Telah dilakukan kegiatan pengukuran dan pengamatan pada unit ECP PLTU Rembang Jawa Tengah. Hasil kegiatan tersebut mendapatkan data mengenai lokasi dan denah, konsentrasi gas hidrogen, arah dan kecepatan angin dan temperatur peralatan-peralatan listrik. Analisis data yang dilakukan menghasilkan bahwa zona dan level bahaya potensi kebakaran pada unit ECP ini berada dibagian tangki chlorinasi dengan radius bahaya mencapai 4,75m. Oleh karena itu pada radius tersebut sumber-sumber percikan api harus dihindarkan.

**Kata kunci:** *biofouling*, *electrochlorination plan*, zona dan level bahaya

### 1. PENDAHULUAN

*Electrochlorination plant* (ECP) adalah unit yang memproduksi produksi senyawa *chlorine* (NaOCl/sodium hypochlorite). Zat *sodium hypochlorite* (NaOCl) berfungsi sebagai disinfektan mikroorganisme laut sehingga dapat mengurangi *biofouling* pada instalasi-instalasi yang menggunakan air laut seperti *desalination plant*, *condenser tube* dan pompa pendingin [1]. *Biofouling* dapat menyebabkan penurunan performa dan kerusakan peralatan-peralatan tersebut sehingga menyebabkan biaya operasional dan perawatan menjadi mahal. *Biofouling* juga menyebabkan korosi pada peralatan yang terbuat dari baja [2]. Oleh karena itu penggunaan *sodium hypochlorite* dapat menekan biaya perawatan, mempertahankan biaya operasional dan memperpanjang usia peralatan.

Proses produksi *sodium hypochlorite* pada ECP menggunakan metode elektrolisa. Elektrolisa Proses elektrolisa diatas selain menghasilkan zat disinfektan *sodium hypochlorite*, juga menghasilkan gas hidrogen (H<sub>2</sub>). Gas hidrogen memiliki densitas relatif terhadap udara sebesar 0,1. Gas hidrogen merupakan salah satu gas yang memiliki sifat mudah terbakar (*combustable gas*). Konsentrasi gas hidrogen dalam suatu area yang berada pada level antara 4 s/d 75 ppm dapat memicu terjadinya

umumnya digunakan untuk memisahkan unsur kimia dalam suatu senyawa kimia dan memicu reaksi yang dapat membentuk senyawa kimia baru. Bahan baku utama pembuatan *sodium hypochlorite* pada ECP adalah air laut. Air laut merupakan larutan garam (NaCl) di dalam air (H<sub>2</sub>O). Reaksi elektrolisa air laut pada proses produksi *sodium hypochlorite* adalah sebagai berikut [3]:

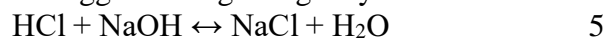
Sisi anoda :



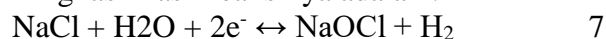
Sisi katoda :



sehingga reaksi gabungannya adalah :



Ringkasan hasil reaksinya adalah :



kebakaran [4, 5]. Keberadaan gas hidrogen, gas oksigen dalam atmosfer dan peralatan-peralatan listrik yang dapat menjadi pemicu terjadinya percikan api, menjadikan ECP merupakan salah satu lokasi dalam sistem PLTU yang rawan terjadi kebakaran.

Penentuan tingkat level zona kebakaran pada ECP sangat spesifik pada tiap PLTU. Hal ini

disebabkan oleh letak unit ECP pada masing-masing PLTU yang berbeda-beda dan penentuan zona level kebakaran sesuai standar *International Electrotechnical Commission (IEC)-60079* pada PLTU Rembang.

## 2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Data-data yang dibutuhkan untuk penentuan level zona kebakaran ini adalah denah lokasi, spesifikasi peralatan kelistrikan, temperatur pada peralatan kelistrikan, konsentrasi gas hidrogen disekitar ECP dan kecepatan dan arah angin. Data denah lokasi diperoleh dengan memanfaatkan *Google Earth*. Kadar gas hidrogen diukur dengan menggunakan *gas analyzer*. Kecepatan dan arah angin diukur menggunakan anemometer.

Tahapan awal pengumpulan data dimulai dengan menggambarkan lokasi ECP pada PLTU Rembang. Dengan diketahuinya lokasi tersebut, maka dapat diperkirakan perambatan api jika unit ini mengalami kebakaran. Tahap kegiatan selanjutnya adalah melakukan pengukuran kadar gas hidrogen pada bagian-bagian dalam unit ECP. Pengukuran disetiap bagian tersebut dilakukan dalam beberapa arah untuk mengetahui kecenderungan mengalirnya gas hidrogen ke bagian-bagian lain. Hal ini terjadi karena arah angin dan kecepatannya senantiasa berubah. Tahap pengumpulan data yang terakhir adalah mengidentifikasi peralatan-peralatan yang menggunakan listrik pada unit ECP. Identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui potensi terjadinya percikan bunga api listrik yang dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian spesifikasi maupun kondisi peralatannya. Guna mengetahui ketidaknormalan sistem perkabelan dan peralatan kelistrikan maka dilakukan pengukuran temperatur menggunakan termometer infra merah. Data-data yang terkumpul selanjutnya dianalisis. Hasil analisis berupa level bahaya kebakaran sesuai yang direkomendasikan oleh *International Electrotechnical Commission (IEC)-60079*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Denah atau lokasi unit ECP pada PLTU Rembang yang diperoleh dari *Google Earth* ditunjukkan pada Gambar 1. Foto udara yang diperoleh menunjukkan bahwa unit ECP

spesifikasi peralatannya juga berbeda-beda pula. Artikel ini membahas

terletak pada sisi timur laut PLTU Rembang dan bersebelahan langsung dengan *circulating water pump house* (CWP) di sebelah timur, bersebelahan dengan *desalination plant* disebelah selatan dan laut Jawa di sebelah utara.



Gambar 1. Lokasi ECP pada PLTU Rembang

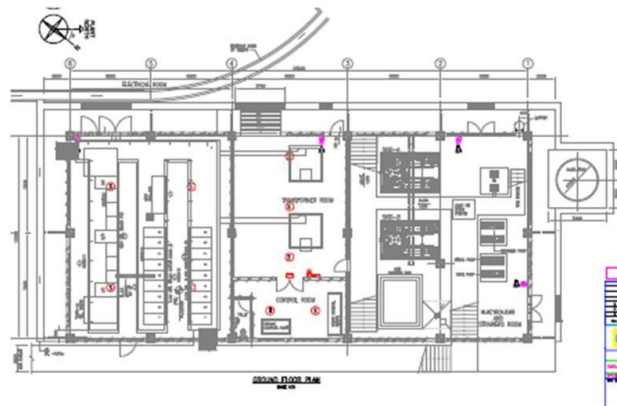
Potensi kebakaran pada ECP dapat membahayakan unit-unit disekitarnya. Oleh karena itu pemeriksaan terhadap konsentrasi gas hidrogen yang dihasilkan dari ECP mutlak diperlukan. Selain konsentrasinya, penyebaran gas tersebut sangat menentukan bagian-bagian/daerah-daerah mana saja disekitar ECP yang memiliki konsentrasi gas hidrogen yang membahayakan. Daerah-daerah yang terpapar oleh gas hidrogen harus pula diinspeksi untuk mengetahui peralatan-peralatan kelistrikan apa saja yang dapat menjadi pemicu timbulnya nyala api seperti lampu, fitting lampu, switch dan sistem perkabelan. Peralatan-peralatan kelistrikan tersebut haruslah telah dilengkapi dengan peralatan pengaman yang mampu meniadakan percikan nyala api.

Data denah unit ECP yang diperoleh menunjukkan unit ini terdiri dari 2 bangunan utama seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Bangunan utama tersebut yaitu gedung/bangunan (tempat sistem pompa, panel kelistrikan, transformer, ruang kontrol, dll.) dan tangki *chlorinasi* yang terletak di luar bangunan. Inspeksi peralatan listrik dan konsentrasi gas hidrogen dilakukan di dalam gedung dan di area sekitar tangki *chlorinasi*. Mengingat berat jenis relatif gas hidrogen yang sangat rendah (0,1), keberadaan gas ini cenderung berada di bagian paling atas dalam ruang yang tertutup atap dan mudah terbawa angin.

Kajian potensi bahaya kebakaran pada unit ECP ditentukan dengan potensi terjadinya paparan gas hidrogen. Paparan gas hidrogen dapat terjadi apabila terdapat kebocoran pada proses produksi NaOCl. Bagian pada ECP yang sangat mungkin terpapar gas hidrogen adalah pada ruang *electrolizer* dan *strainers* dan bagian tangki *chlorinasi*.

Ruang *electrolizer* dan *strainer* merupakan ruangan yang relatif tertutup. Gas hidrogen yang mungkin bocor berpeluang terakumulasi pada bagian atas. Oleh karena itu

diperlukan sirkulasi udara yang baik pada ruang *electrolizer* dan *strainers* tersebut. Sesuai denah dan pengamatan yang dilakukan, ruang tersebut telah dilengkapi dengan *ventilator* yang berupa *exhaust fan* di beberapa titik. Oleh karena itu potensi bahaya kebakaran dapat terjadi pada bagian dalam ruangan dan saluran keluar *ducting exhaust* tersebut.



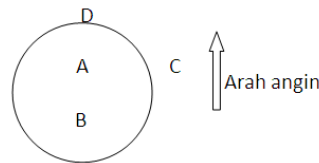
Gambar 2. Layout ECP

Tangki klorinasi merupakan bagian penampungan hasil proses produksi NaOCl. Sebagaimana diketahui bahwa proses produksi NaOCl tersebut juga menghasilkan gas hidrogen. Oleh karena itu bagian tangki *chlorinasi* ini merupakan sumber gas hidrogen. Letak tangki *chlorinasi* yang berada di ruang terbuka memungkinkan gas hidrogen menyebar

ke sekitar tangki. Dengan demikian zona bahaya kebakarannya meliputi suatu area dengan radius tertentu dari tangki tersebut. Hasil pengukuran dan pengamatan pada unit ECP ditunjukkan pada Tabel 1. Titik-titik pengukuran dan pengamatan pada tangki *chlorinasi* ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1.1. Data pengukuran konsentrasi gas di ECP (ppm)

Intensitas Cahaya : 227 Lux					Temperatur Ruangan : 28 °C				
Kecepatan Udara (ventilasi) : 2,4 m/s					Kelembaban : 78,3 %Rh				
Kandungan Gas (ppm)	Dalam Ruangan (Electrolizer dan Strainers Room)					Luar Ruangan			
	Atap tangki NaOCl (hanya H2 yang diambil)								
H2	0	0	0	0	0	2900 (tepat di bukaan atap tangki, A)	400 (jarak 30 cm arah selatan bukaan atap tangki, B)	840 (30 cm arah timur bukaan atap tangki, C)	1000 (jarak 30 cm arah utara bukaan atap tangki, D)
O2	20,85	20,86	20,83	20,81	20,79				
Co2	0	0	0	0	0				
CO	0	0	0	0	0				
HC	0	0	0	0	1				



Gambar 3. Titik pengukuran kadar gas H<sub>2</sub> pada tangki khlorinasi di ECP (tampak atas)

Data pengukuran menunjukkan bahwa konsentrasi gas hidrogen di dalam ruang/bangunan ECP tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa potensi timbulnya kebakaran di dalam ruangan ECP akibat gas hidrogen sangat kecil. Konsentrasi gas hidrogen terbesar terdapat pada tangki *chlorinasi* yang terletak di luar bangunan ECP. Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi gas hidrogen tepat di bagian tutup tangki mencapai 2900ppm. Konsentrasi gas tersebut secara cepat turun pada area disekitar tutup tangki tersebut. Jarak titik B, C dan D adalah 30 cm dari bibir tutup tangki khlorinasi. Turunnya konsentrasi yang sangat drastis tersebut menandakan bahwa gas hidrogen yang berasal dari tangki *chlorinasi* dapat secara cepat larut dalam atmosfer sehingga tidak berpotensi menimbulkan kebakaran.

Bagian dari bangunan ECP yang paling dekat dengan tangki khlorinasi adalah ruang

*electrolizer* dan *strainers*. Bagian ini memiliki kemungkinan terpapar gas hidrogen yang berasal dari tangki *chlorinasi*. Oleh karena itu evaluasi sistem kelistrikan pada ruangan tersebut sangat dibutuhkan. Evaluasi yang dilakukan meliputi pengamatan terhadap spesifikasi alat listrik yang digunakan, pengamatan fisik alat tersebut dan pengukuran temperturnya saat dioperasikan. Tabel 2, 3 dan 4 menunjukkan data hasil pengamatan saat inspeksi dilakukan pada ruangan tersebut. Secara umum peralatan listrik yang digunakan telah sesuai spesifikasi yang disyaratkan. Kondisi fisik peralatan tersebut secara umum masih baik. Pengukuran temperatur pada peralatan yang diinspeksi juga menunjukkan harga yang masih wajar. Meskipun demikian saat pengamatan terdapat beberapa peralatan listrik yang belum sempurna seperti terdapat lampu yang redup dan mati dan *grounding* yang tidak terpasang sempurna/lepas.

Tabel 2. Spesifikasi, kondisi dan fisik peralatan listrik

A. LAMPU						
No	Data Lampu	Tipe	Jumlah	Kondisi lampu	Kondisi kabel & fitting	Temperatur
1	2x36W (1200mm) TLD 36W /865 Philips litemax 3250 lm - 30lm/W	TLD 36W /865	24	5 lampu redup & 1 lampu mati	Kondisi baik terbungkus	41 °C (terang) 39,5 °C (redup) 37,6 °C (mati) *detail pada gambar
2	1 x 150W SON Floodlight min IP 65 c/w control gear and lamp	-	1	(Posisi tidak menyala)	Baik	
3	2x13W surface mounted self continued emergency light fitting c/w fluorescent lamp &	TRD405/ D	5	Hanya menyala saat darurat(la mpu mati)	Baik	

	nickel cadmium Battery for 3 hours backup					
4	2x8 W Surface Mounted 'EXIT' Sign c/w fluorescent lamp & nickel Cadmium for 3 hours backup	TR403F- E	2	Hanya menyala saat darurat(la mpu mati)	Baik	

Tabel 3. Hasil pengamatan dan pengukuran sistem perkabelan

No	Komponen sistem perkabelan	Jumlah	Kondisi – temperatur
1	T dos atau box sambungan (Kondisi seal dan drain)	44	26 °C, 27.6 °C(pada lampu), 27.6 °C, 27.5 °C(pada stop kontak)
2	Kabel yang terekspose tanpa insulasi	-	
3	Grounding	2	1. Sea Water Booster A (tanpa grounding) 2. SW B: ground lepas
4	Surge Protection.	1	Baik

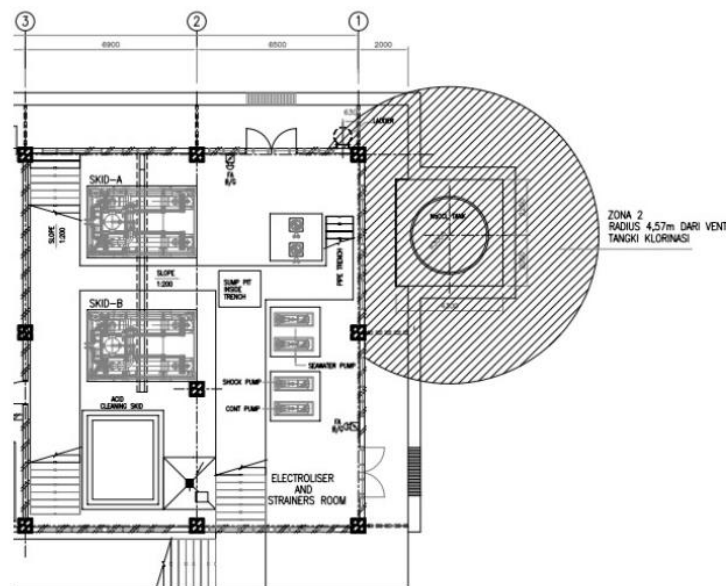
Tabel 4. Hasil pengamatan dan pengukuran peralatan kelistrikan

No	Alat	Jumlah	Kondisi – Temperatur
1	Saklar (switch)	3	30 °C
2	Box panel utama	1	36 °C
3	MCB/fuse	9	32 °C
4	Stop kontak	6	34 °C
5	saklar	3	34 °C
6	Kontaktor dalam box panel	2	44 °C

Hasil pengukuran dan pengamatan yang dilakukan menunjukkan potensi bahaya bila terjadi kebocoran ada pada bagian tangki *chlorinasi*. Oleh karena itu level bahaya kebakaran pada unit ECP PLTU

Gambar 4 menunjukkan zona bahaya kebakaran (daerah yang diarsir) pada unit ECP PLTU Rembang.

Rembang hanya pada daerah sekitar tangki tersebut dengan radius 4,75m. Besarnya radius potensi bahaya tersebut menyesuaikan dengan yang direkomendasikan oleh standar IEC yang berlaku [6].



Gambar 4. Level dan zona bahaya kebakaran pada unit ECP PLTU Rembang

#### 4. KESIMPULAN

Spesifikasi dan kondisi fisik peralatan listrik yaitu lampu, kabel, saklar dan panel box telah sesuai dengan level zona bahaya yang ditetapkan. Level zona potensi kebakaran pada unit ECP terdapat pada daerah disekitar tangki *chlorinasi* dengan radius bahaya mencapai 4,75m. Oleh karena itu pada radius tersebut harus dipastikan peralatan listrik yang ada berfungsi dengan normal dan dalam keadaan baik. Sumber-sumber percikan api yang lainnya tidak boleh berada pada zona tersebut

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

1. López, G., Cristina , Casanueva, José F. and Nebot, E., 2010, Efficacy of different antifouling treatments for seawater cooling systems, *Biofouling*, 26: 8, 923 – 930
2. Dexter, S. C., 1993, Role of microfouling organisms in marine corrosion, *Biofouling*, 7:2, 97 – 127
3. Stanbro, W. D. *The Chemistry of Power Plant Chlorination*; John Hopkins University, Applied Physics Laboratory: Laurel, MD, USA, 1983; pp. 1–25.
4. Wang, X and Law, C. K., 2013, An analysis of the explosion limits of hydrogen-oxygen mixtures, *J. Chem. Phys.* 138, 134305
5. Van den Schoor, F., Norman, F., Vandermeiren, K. And Van den Bulk, E., 2009, Flammability limits, limiting oxygen concentration and minimum inert gas/combustible ratio of H<sub>2</sub>/CO/N<sub>2</sub>/air mixtures, *International Journal of Hydrogen Energy* 34(4):2069-2075
6. Webber, D.M., Ivings, M.J. and Santon, R.C. , 2011, Ventilation theory and dispersion modeling applied to hazardous area classification, *Journal Of Loss Prevention In The Process Industries*, 24:5, pp. 612–621,