

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sektor industri energi saat ini dituntut untuk terus meningkatkan efisiensi, keandalan, serta keselamatan operasi secara berkelanjutan. Sejalan dengan tuntutan tersebut, penguatan kegiatan riset dan pengembangan (*research and development*) menjadi faktor penting dalam menjawab kebutuhan energi di masa mendatang. Peningkatan aktivitas riset tentu akan meningkatkan kebutuhan terhadap fasilitas penunjang seperti laboratorium *oil and gas*. Laboratorium berperan dalam mendukung kegiatan penelitian pada sektor hulu, hilir, hingga energi terbarukan [1].

Pada laboratorium *oil and gas* berbagai aktivitas banyak melibatkan bahan kimia berupa gas atau uap yang bersifat mudah terbakar. Karena adanya bahan tersebut, dalam laboratorium dibutuhkan pengendalian terhadap uap dan gas mudah terbakar yang disebut *Local Exhaust Ventilation (LEV) System* [2].

Untuk aktivitas yang melibatkan *flammable* gas seperti hidrogen, pelepasan gas perlu dikendalikan melalui sistem ventilasi lokal atau LEV yang tertutup, seperti *chemical fume hood*. Namun, ruang kerja dan jalur *ducting* pada *chemical fume hood* tetap perlu diperhatikan karena berpotensi menjadi area dengan risiko kebakaran. Risiko tersebut muncul ketika gas yang terbawa aliran bercampur dengan udara dalam rentang mudah terbakar (*flammable range*), kemudian bertemu dengan sumber penyalan sehingga memicu terjadinya kebakaran [2].

Dalam standar NFPA 45 disebutkan bahwa *hazard evaluation and risk assessments* perlu dilakukan sebelum pekerjaan laboratorium dimulai, salah satu bahaya yang perlu diperhatikan adalah kebakaran [2]. Potensi bahaya kebakaran pada dasarnya dapat dijelaskan melalui konsep segitiga api, yaitu kondisi di mana tiga unsur hadir secara bersamaan dan memicu terjadinya kebakaran. Tiga unsur tersebut, yaitu bahan bakar (*fuel*), oksigen, dan sumber penyalan (*ignition source*) [3]. Di dalam laboratorium *oil and gas*, ketiga unsur tersebut mungkin untuk hadir secara bersamaan. Pertama, oksigen tersedia secara alami di udara sekitar. Kedua, bahan *flammable* atau

mudah terbakar dalam laboratorium akan menjadi sebuah bahan bakar pada rentang tertentu. Ketiga, sumber penyalan dapat muncul dari berbagai aktivitas, salah satunya adalah peristiwa *electrostatic discharge* (ESD).

Electrostatic discharge (ESD) merupakan pelepasan muatan listrik secara tiba-tiba akibat perbedaan potensial antara dua objek bermuatan. Timbulnya muatan elektrostatis pada sistem LEV dapat terjadi akibat adanya interaksi seperti kontak dan gesekan antar material maupun pemisahan muatan akibat kontak antara aliran fluida dengan permukaan material [3], [4]. Salah satu peralatan yang berpotensi menjadi lokasi timbulnya muatan elektrostatis adalah *ducting* pada *chemical fume hood*, karena sistem LEV pada *chemical fume hood* bekerja dengan menciptakan aliran udara terus-menerus untuk mengendalikan gas atau uap berbahaya dari area kerja. Aliran gas, uap, atau partikel di dalam *chemical fume hood* dapat bergesekan atau mengalami kontak dengan dinding *ducting* yang kemudian akan berpotensi menyebabkan perpindahan muatan yang kemudian memicu *electrostatic discharge* (ESD) [5].

Material *ducting* yang umum digunakan pada *chemical fume hood* adalah *Polyvinyl chloride* (PVC). PVC merupakan material dengan sifat isolator listrik yang tinggi, sehingga muatan listrik statis yang timbul akibat gesekan tidak dapat tersalurkan dengan baik. Apabila muatan yang timbul tidak tersalurkan dengan baik, akan terjadi penumpukan muatan yang pada kondisi tertentu dapat terjadi pelepasan muatan secara tiba-tiba dalam bentuk percikan yang dikenal sebagai *electrostatic discharge* (ESD). Percikan *electrostatic discharge* (ESD) yang dihasilkan berpotensi memiliki energi yang cukup untuk menyalakan campuran gas *flammable* di sekitarnya [6].

Contoh kejadian kebakaran dan ledakan di laboratorium adalah ledakan yang terjadi di University of Hawaii pada tahun 2016. Berdasarkan hasil investigasi yang dilakukan oleh University of California Center for Laboratory Safety (UCCLS), disimpulkan bahwa penyebab ledakan adalah muatan elektrostatis yang terlepas melalui *pressure gauge digital* dan menyulut campuran gas hidrogen-oksigen bertekanan dalam tangki yang tidak di-ground. Insiden ini mengakibatkan cedera serius pada peneliti serta kerusakan signifikan pada fasilitas laboratorium [7].

Berkaca dari insiden tersebut, laboratorium *oil and gas* memerlukan perhatian terhadap risiko kebakaran yang disebabkan oleh *electrostatic discharge* (ESD) beserta upaya pengendalian yang dapat dilakukan untuk menghilangkan terjadinya fenomena *electrostatic discharge* (ESD). Maka dari itu, penelitian ini ingin menganalisis risiko kebakaran yang disebabkan *electrostatic discharge* (ESD) pada *chemical fume hood* serta memberikan rekomendasi pengendalian untuk menghilangkan *electrostatic discharge* (ESD) sehingga dapat tercipta kondisi kerja yang aman di laboratorium *oil and gas*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

- 1) Potensi terpenuhinya unsur segitiga api.
- 2) Terdapat aliran pada sistem *chemical fume hood* yang dapat menimbulkan perpindahan muatan listrik statis.
- 3) Terdapat potensi penumpukan muatan listrik statis akibat penggunaan material *ducting* berbahan *Polyvinyl chloride* (PVC) yang bersifat isolator pada sistem *chemical fume hood*.
- 4) Akumulasi muatan listrik statis dalam *ducting* dapat memicu terjadinya *electrostatic discharge* (ESD) yang dapat menjadi sumber penyalan.
- 5) Diperlukan adanya kajian mengenai risiko kebakaran akibat *electrostatic discharge* (ESD) pada *chemical fume hood* di laboratorium *oil and gas*.
- 6) Perlu adanya rencana pencegahan bahaya kebakaran akibat *electrostatic discharge* (ESD) agar dapat tercipta kondisi kerja yang aman.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar penelitian dapat lebih terarah, maka batasan masalah dalam penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

- 1) Pembahasan dibatasi pada *Local Exhaust Ventilation (LEV) System*, khususnya pada *ducting* berbahan *Polyvinyl chloride (PVC)*.
- 2) *Flammable* gas difokuskan pada gas hidrogen sebagai *worst-case*.
- 3) Analisis difokuskan pada potensi terjadinya *electrostatic discharge (ESD)* sebagai sumber penyalaaan, dan tidak mencakup sumber penyalaaan lain seperti api terbuka, percikan mekanis, atau kegagalan listrik.
- 4) Tidak dilakukan pengujian secara langsung terhadap *electrostatic discharge*, melainkan menggunakan pendekatan analisis dan studi literatur.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah yang telah disebutkan, maka rumusan masalah yang muncul dalam penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana potensi perpindahan dan penumpukan muatan pada *Local Exhaust Ventilation (LEV) System*?
- 2) Bagaimana proses terbentuknya *electrostatic discharge (ESD)* pada *Local Exhaust Ventilation (LEV) System*?
- 3) Bagaimana rekomendasi perencanaan yang dapat dilakukan sebagai upaya pengendalian risiko kebakaran akibat *electrostatic discharge (ESD)*?

1.5 Tujuan Penelitian

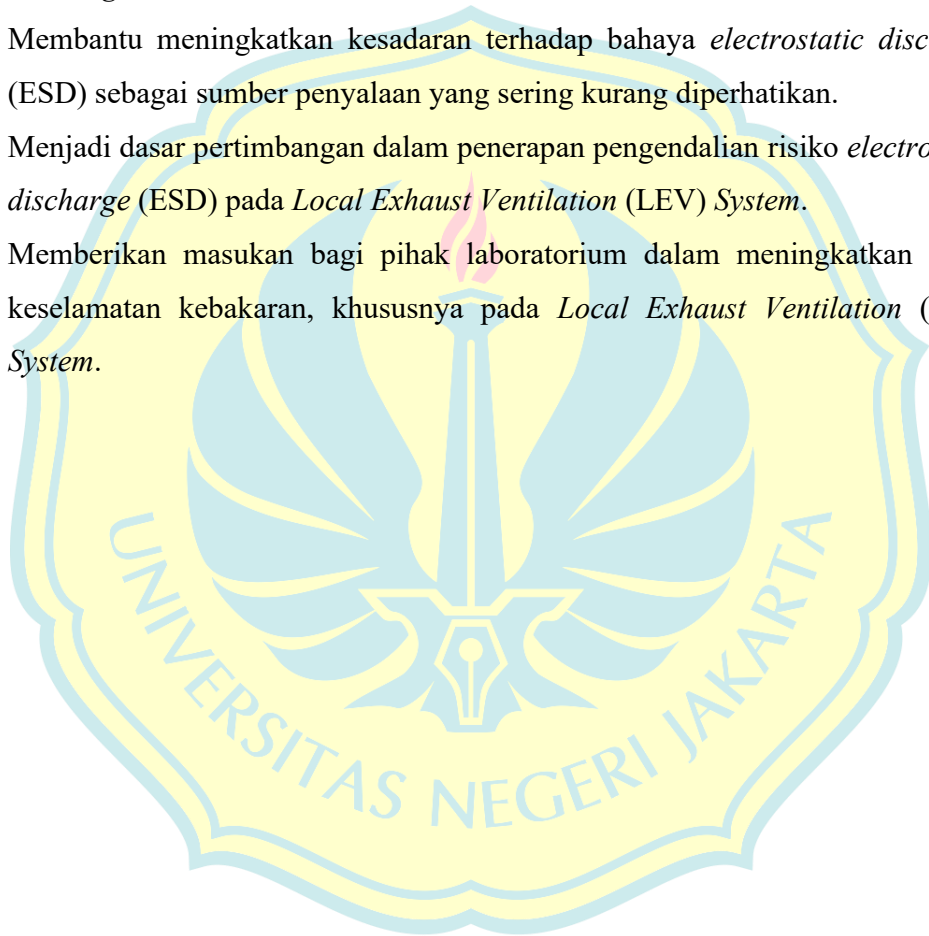
Merujuk pada bagian identifikasi masalah, penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) Menganalisis potensi perpindahan dan penumpukan muatan pada *Local Exhaust Ventilation (LEV) System*.
- 2) Menganalisis proses terbentuknya *electrostatic discharge (ESD)* pada *Local Exhaust Ventilation (LEV) System*.
- 3) Memberikan rekomendasi perencanaan yang dapat dilakukan sebagai upaya pengendalian risiko kebakaran akibat *electrostatic discharge (ESD)*.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Memberikan gambaran potensi risiko kebakaran akibat *electrostatic hazard* pada *Local Exhaust Ventilation* (LEV) System di *chemical fume hood* laboratorium *oil and gas*.
- 2) Membantu meningkatkan kesadaran terhadap bahaya *electrostatic discharge* (ESD) sebagai sumber penyalan yang sering kurang diperhatikan.
- 3) Menjadi dasar pertimbangan dalam penerapan pengendalian risiko *electrostatic discharge* (ESD) pada *Local Exhaust Ventilation* (LEV) System.
- 4) Memberikan masukan bagi pihak laboratorium dalam meningkatkan aspek keselamatan kebakaran, khususnya pada *Local Exhaust Ventilation* (LEV) System.



Intelligentia - Dignitas