

# **BAB I      PENDAHULUAN**

## **I.1      Latar Belakang**

Di era modern ini, energi listrik memiliki peranan yang penting bagi manusia karena energi listrik dibutuhkan di berbagai macam sektor seperti sektor rumah tangga, bisnis, sosial, gedung perkantoran, dll (Hakimah, 2017). Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya konsumsi listrik setiap tahunnya di Indonesia seiring dengan meningkatnya pertumbuhan ekonomi nasional. Data total pemakaian listrik di Indonesia dalam kurun waktu 17 tahun (2003 – 2020) diambil dari masing-masing sektor pengguna energi di 22 wilayah pemasaran listrik PLN menyatakan bahwa konsumsi energi listrik meningkat setiap tahunnya dalam kurun waktu 18 tahun (2002 – 2020). Peningkatan yang terjadi adalah sebesar 6,5% dari total pemakaian sebesar 91,72 TWh di tahun 2002 menjadi 272,34 TWh pada tahun 2020.

Dari data total pemakaian listrik di Indonesia tersebut, salah satu wilayah penyumbang data konsumsi energi listrik di Indonesia yang paling tinggi adalah pada wilayah Jamali (Jawa, Madura, Bali) dengan peningkatan konsumsi energi listrik sebesar 6% per tahun dari 69,96 TWh pada tahun 2002 menjadi sebesar 203,19 TWh pada tahun 2020 (Muchlis & Permana). Besarnya peningkatan konsumsi energi listrik di wilayah Jamali (Jawa, Madura, Bali) sudah diimbangi dengan banyaknya perusahaan penghasil listrik di wilayah ini, seperti PT. Adaro Energy, PT. Wijaya Karya, PT. Indonesia Power, PT. Paiton Energy, dll. Selain 4 perusahaan tersebut juga terdapat Star Energy Geothermal Darajat II yang berlokasi di Gunung Darajat Garut. PT. Star Energy Geothermal menghasilkan listrik yang didapat dari uap panas bumi Gunung Darajat. Untuk menghasilkan listrik, Star Energy Geothermal Darajat II melakukan beberapa tahapan diantaranya pertama, pekerja membangun sumur uap pada wilayah kerja tertentu yang berpotensi dapat menghasilkan banyak uap panas bumi. Kedua, pekerja melakukan pengujian sumur uap.

Ketiga, pekerja menyiapkan jalur untuk mengalir uap panas bumi menuju Pembangkit Listrik Panas Bumi. Keempat, uap panas bumi dialiri menuju Pembangkit Listrik Panas Bumi menggunakan pipa. Terakhir, uap panas bumi di proses sehingga dapat menjadi energi listrik di Pembangkit Listrik Panas Bumi.

Dari proses pembuatan listrik menggunakan uap panas bumi tersebut dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan uap panas bumi terlebih dahulu harus dilakukan pengeboran sumur uap. Sumur uap terletak di area khusus dan di bor tiap 3 – 7 tahun sekali. Pada tahun 2019, Star Energy Geothermal Darajat II melakukan pengeboran sumur uap baru sebanyak lima sumur di dua lokasi (*wellpad*). Dua lokasi (*wellpad*) tersebut merupakan area yang berbahaya karena banyak risiko yang harus dihadapi oleh pekerja. Hal tersebut terbukti dengan banyaknya kejadian bahaya yang terjadi ketika melakukan berbagai macam proses, salah satu prosesnya adalah proses pengujian sumur uap. Pengujian sumur uap dilakukan pada Januari 2020 – Oktober 2020. Tujuan dari pengujian sumur uap ini adalah untuk mengetahui seberapa banyak uap panas bumi yang dapat dihasilkan dari sumur tersebut. Berikut ini merupakan data kejadian bahaya yang terdaftar di area pengujian sumur uap sepanjang bulan Januari 2020 – Oktober 2020. Berdasarkan data kejadian bahaya perusahaan, berikut ini dilampirkan data jumlah kejadian bahaya yang berhubungan langsung dengan proses pengujian sumur uap pada Tabel I.1 :

Tabel I.1 Jumlah kejadian bahaya

Sumber (Star Energy Geothermal Darajat II, 2020)

No.	Kategori bahaya	Jumlah kejadian	Jumlah kejadian yang berhubungan langsung dengan proses pengujian
1.	<i>Near Miss</i>	10	7
2.	<i>Hazard Observation</i>	12	5

Berdasarkan data pada Tabel I.1 diatas, diketahui bahwa terdapat 7 kejadian bahaya berkategori *near miss* dan 5 kejadian bahaya berkategori *hazard observation* yang berhubungan langsung dengan proses pengujian sumur uap.

Pada data kejadian bahaya ini dapat diketahui tanggal kejadian dan deskripsi kejadian. Berikut ini merupakan rincian data nya dapat dilihat pada Tabel I.2 :

Tabel I.2 Rincian kejadian bahaya

Sumber (Star Energy Geothermal Darajat II, 2020)

No.	Kategori Kejadian	Tanggal Kejadian	Deskripsi Kejadian
1.	<i>Near Miss</i>	19 Jan 2020	<i>Drone</i> diterbangkan untuk keperluan dokumentasi, namun ditengah jalan <i>drone</i> tiba-tiba terjatuh dan hampir mengenai pekerja
2.	<i>Near Miss</i>	11 Feb 2020	Pekerja terlalu fokus memerhatikan pengangkatan <i>lubricator</i> dan tidak memerhatikan pijakan sehingga hampir terpeleset
3.	<i>Near Miss</i>	21 Feb 2020	<i>Platform Scaffolding</i> untuk <i>sampling</i> yang diberi atap terpal ambruk akibat cuaca buruk
4.	<i>Near Miss</i>	13 Feb 2020	1 jam setelah proses pengujian, keluar gas berbahaya dari sumur
5.	<i>Near Miss</i>	05 Mar 2020	Pada saat tim melakukan pengecekan genset, shelter genset roboh akibat angin kencang
6.	<i>Near Miss</i>	04 Mei 2020	Sebuah terpal terjatuh ke atas pipa uap panas dan meleleh
7.	<i>Near Miss</i>	15 Jul 2020	Komponen <i>sampling hose</i> terlepas dan bergerak bebas di tanah
8.	<i>Hazard Observation</i>	09 Jul 2020	Pada saat istirahat seorang pekerja menemukan golok milik petani setempat tergeletak dengan posisi miring ke atas
9.	<i>Hazard Observation</i>	11 Feb 2020	Penghentian pembersihan parit oleh tim <i>maintenance</i> karena alat pembersih yang digunakan bukan untuk peruntukannya sehingga harus menunggu alat yang sesuai tersedia
10.	<i>Hazard Observation</i>	14 Jan 2020	Saat proses pengujian sedang berlangsung terdapat tim isolasi (EJIV) yang sedang melakukan pekerjaan di lokasi yang sama

Tabel I.2 Rincian kejadian bahaya (Lanjutan)

11.	<i>Hazard Observation</i>	12 Mar 2020	Lampu penerangan tidak menyala padahal hari sudah gelap
12.	<i>Hazard Observation</i>	18 Mar 2020	Terdapat material yang tidak dibutuhkan di sekitar pengujian sumur

Dari Tabel I.2 dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya kejadian bahaya sangat beragam. Maka dari itu perlu dilakukan pengendalian risiko agar dapat memperkecil potensi terjadinya kejadian bahaya di masa yang akan datang. Namun sebelum melakukan pengendalian risiko, perlu diketahui terlebih dahulu *existing control* yang telah dilakukan oleh PT. Star Energy Geothermal untuk memitigasi kejadian bahaya yang telah terjadi, sehingga dapat menjadi acuan untuk mengusulkan tindakan pengendalian risiko yang dapat dilakukan. Berikut ini merupakan uraian *existing control* dari tiap-tiap kejadian bahaya yang disebabkan oleh lingkungan yang tidak aman pada Tabel I.3 :

Tabel I.3 *Existing control*

Sumber (Star Energy Geothermal Darajat II, 2020)

No.	Kejadian	<i>Existing Control</i>
1.	<i>Drone</i> diterbangkan untuk keperluan dokumentasi, namun ditengah jalan <i>drone</i> tiba-tiba terjatuh dan hampir mengenai pekerja	Memeriksa kondisi <i>drone</i> sebelum digunakan.
2.	Pekerja terlalu fokus memerhatikan pengangkatan <i>lubricator</i> dan tidak memerhatikan pijakan sehingga hampir terpeleset	Pemberitahuan mengenai letak area yang licin kepada pekerja sebelum melakukan proses pengujian sumur uap.
3.	<i>Platform scaffolding</i> untuk <i>sampling</i> yang diberi atap terpal ambruk akibat cuaca buruk	Tim lebih siap siaga di titik – titik yang rawan apabila terjadi cuaca buruk.
4.	1 jam setelah pengujian sumur uap selesai, keluar gas berbahaya dari dalam sumur	Untuk menghindari hal – hal yang tidak diinginkan yang berhubungan langsung dengan sumber bahaya (sumur uap), pekerja selalu bekerja mengacu pada SOP dan JSA.
5.	Pada saat tim melakukan pengecekan genset, shelter genset roboh akibat angin kencang	Tim lebih siap siaga di titik – titik yang rawan apabila terjadi cuaca buruk.
6.	Sebuah terpal terjatuh ke atas pipa uap panas dan meleleh	Melakukan patroli atau pemeriksaan di area sekitar

Tabel I.3 *Existing control* (Lanjutan)

No.	Kejadian	<i>Existing Control</i>
		pengujian sumur uap dalam jangka waktu tertentu.
7.	Komponen <i>sampling hose</i> terlepas dan bergerak bebas di tanah	Untuk menghindari hal – hal yang tidak diinginkan yang berhubungan langsung dengan sumber bahaya (sumur uap), pekerja selalu bekerja mengacu pada SOP dan JSA.
8.	Pada saat istirahat seorang pekerja menemukan golok milik petani setempat tergeletak dengan posisi miring ke atas	Belum ada tindakan mitigasi atas kejadian ini.
9.	Penghentian pembersihan parit oleh tim <i>maintenance</i>	Belum ada tindakan yang jelas untuk menghindari hal tsb karena biasanya proses pembersihan parit dilakukan oleh alat pembersih yang sama namun memang kurang maksimal hasilnya.
10.	Pada saat pengujian sumur uap sedang berlangsung, terdapat tim isolasi (EJIV) yang juga melakukan pekerjaan di area pengujian sumur uap	Membuat penjadwalan pekerjaan setiap awal bulan dan pembuatan jadwal tersebut dihadiri oleh masing – masing perwakilan dari setiap tim.
11.	Lampu penerangan mati saat hari sudah gelap	Melakukan patrol setiap malam dengan jangka waktu tertentu untuk mengecek kondisi penerangan.
12.	Terdapat material yang tidak dibutuhkan berserakan di area pengujian sumur	Mengadakan <i>briefing</i> sebelum melakukan proses pengujian sumur uap.

Setelah diketahui *existing control* yang telah dilakukan oleh perusahaan, selanjutnya dilakukan analisis hirarki pengendalian risiko sesuai tingkatan pengendalian risiko pada tiap – tiap kejadian bahaya. Terdapat lima tingkatan hirarki pengendalian risiko yaitu eliminasi, substitusi, *re – engineering*, administrasi dan APD. Berikut ini merupakan hasil analisis hirarki pengendalian risiko :

Tabel I.4 Analisis hirarki pengendalian risiko

No.	Uraian Kejadian Bahaya	Penyebab	Usulan Pengendalian Risiko
1.	<i>Drone</i> terjatuh pada saat digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan pengujian sumur uap.	Adanya angin yang sangat kencang.	Tidak menggunakan <i>drone</i> untuk proses dokumentasi pada saat terjadi angin kencang (eliminasi).

Tabel I.4 Analisis hirarki pengendalian risiko (Lanjutan)

2.	Pekerja hampir terpeleset di medan yang licin.	Pekerja terlalu fokus bekerja (memerhatikan pengangkatan <i>lubricator</i> ).	Pemberian <i>safety sign</i> pada daerah yang licin (administrasi).
3.	<i>Platform scaffolding</i> untuk <i>sampling</i> yang diberi atap terpal ambruk.	Adanya angin dan hujan yang sangat kencang.	<i>Platform Scaffolding</i> dibuat dari material yang kuat dan tahan akan angin kencang ( <i>re-engineering</i> ).
4.	1 jam setelah pengujian sumur uap selesai, keluar gas berbahaya dari dalam sumur.	Belum diketahui penyebab pasti dari kejadian tsb.	Pada saat <i>briefing</i> , pekerja diberitahu agar tetap menggunakan baju pelindung & masker setelah selesai proses pengujian sumur untuk berjaga – jaga jika kejadian tsb terjadi lagi (administrasi)
5.	Shelter genset ambruk.	Adanya angin dan hujan yang kencang.	Shelter genset dibuat dari material yang kuat dan tahan akan angin kencang ( <i>re-engineering</i> ).
6.	Sebuah terpal jatuh ke atas pipa uap panas dan meleleh.	Terpal terbawa angin kencang dan terjatuh di atas pipa uap panas.	Memberikan sensor di dekat pipa uap panas agar jika ada benda asing yang mendekati pipa uap panas sensor dapat berbunyi dan cepat diketahui oleh tim yang sedang bertugas ( <i>re-engineering</i> ).
7.	Komponen <i>sampling hose</i> terlepas dan bergerak bebas di tanah.	Belum diketahui penyebab pasti dari terjadinya hal tsb.	Melakukan analisis langkah apa yang terlewatkan sesuai dengan SOP (administrasi)
8.	Pada saat bekerja, seorang pekerja menemukan golok milik petani setempat dengan posisi miring ke atas.	Belum ada tindakan mitigasi atas kejadian ini.	Memberlakukan larangan melintasi area pengujian sumur uap bagi petani setempat sesaat sebelum pengujian sumur uap berlangsung sampai setelah proses selesai dengan alat bantu berupa <i>safety signs</i> (administrasi).
9.	Penghentian pembersihan parit oleh tim <i>maintenance</i> .	Alat pembersih kurang tepat digunakan untuk membersihkan parit.	Mengganti alat pembersih dengan alat pembersih yang tepat digunakan untuk

Tabel I.4 Analisis hirarki pengendalian risiko (Lanjutan)

			membersihkan parit. (substitusi).
10.	Pada saat pengujian sumur uap sedang berlangsung, terdapat tim isolasi (EJIV) yang juga melakukan pekerjaan di area pengujian sumur uap.	Pada penjadwalan yang telah dibuat terdapat kesalahan.	Membuat peraturan bahwa tidak boleh ada tim lain yang masuk jika hal yang harus dilakukan tidak terlalu <i>urgent</i> (eliminasi).
11.	Lampu penerangan mati saat hari sudah gelap.	Melakukan patroli setiap malam dengan jangka waktu tertentu untuk mengecek kondisi penerangan.	Membuat ketetapan untuk mengganti lampu dalam jangka waktu tertentu berdasarkan masa <i>expired</i> lampu meskipun lampu belum mati (administrasi).
12.	Terdapat material yang tidak dibutuhkan berserakan di area pengujian sumur.	Mengadakan <i>briefing</i> pada saat sebelum melakukan proses pengujian sumur uap.	Membuat list material yang diperlukan pada tiap – tiap langkah pengerjaan pengujian sumur uap dan menyediakan pekerja yang selalu <i>stand by</i> untuk menyingkirkan material yang sudah tidak dibutuhkan tiap kali terjadi pergantian langkah – langkah kerja (administrasi).

Berdasarkan hasil analisis hirarki pengendalian, dapat dilihat bahwa usulan dari tiap – tiap kejadian berbeda - beda tingkatan hirarkinya. Setelah diteliti lebih lanjut ada tiga usulan yang dapat diteruskan lagi menjadi sebuah perancangan yaitu pemberian *safety signs* pada area yang licin (usulan no.2), pemberian sensor di dekat pipa uap panas untuk mendeteksi pergerakan benda asing (usulan no.6) dan pemberlakuan larangan bagi petani setempat untuk melintasi area lapangan pengujian sumur uap pada saat proses pengujian akan dan sedang berlangsung dengan alat bantu berupa *safety signs* (usulan no.8). Setelah berdiskusi dengan pihak perusahaan dan identifikasi lapangan, untuk pemberian sensor di dekat pipa uap panas sangat sulit untuk diimplementasikan, hal tersebut dikarenakan cuaca yang ada di perusahaan cenderung lebih sering mendung dan hujan kecil yang mana hal tersebut akan membuat sensor cepat rusak, selain itu proses perancangannya pun sangat rumit karena akan diletakkan pada lokasi yang sangat berbahaya dan biaya yang dibutuhkan sangat besar.

Maka dari itu tugas akhir ini hanya akan difokuskan kepada perancangan *safety signs*. Sesuai dengan peruntukannya, *safety signs* yang akan dirancang terbagi menjadi dua jenis yaitu *warning signs* yang berfungsi untuk menarik perhatian pekerja sehingga pekerja dapat lebih waspada terhadap area yang licin, dengan adanya *warning signs* diharapkan bisa meminimasi adanya kejadian pekerja yang terpeleset akibat terlalu fokus bekerja. Kedua yaitu *prohibition signs* yang berfungsi sebagai tanda larangan bagi para petani setempat untuk memasuki area pengujian sumur uap saat proses sedang berlangsung. Sebelum melakukan perancangan *safety signs*, terlebih dahulu dilakukan *safety signs assessment* untuk mengetahui kriteria *safety signs* yang bisa diterapkan di lapangan, setelah itu baru dilakukan perancangan berdasarkan hasil *safety signs assessment* yang mengacu pada standar ANSI Z535 & BS ISO 3864.

## **I.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana *requirement* dalam perancangan *safety signs*?
2. Bagaimana rancangan *safety signs* berdasarkan hasil *safety signs assessment* yang mengacu pada standar ANSI Z535 dan BS ISO 3864?

## **I.3 Tujuan Tugas Akhir**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka dapat ditentukan tujuan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui *requirement* yang diperlukan dalam perancangan *safety signs*.
2. Untuk menghasilkan rancangan *safety signs* yang sudah mempertimbangkan hasil *safety signs assessment* dan mengacu pada standar ANSI Z535 dan BS ISO 3864.

## **I.4 Batasan Tugas Akhir**

Batasan masalah ditentukan untuk memenuhi tujuan tugas akhir. Berikut ini merupakan batasan masalah dalam tugas akhir ini :

1. Usulan yang akan diteruskan menjadi sebuah perancangan hanya usulan dari dua kejadian bahaya saja berupa pemberian *safety signs* pada area yang licin dan di pintu masuk lapangan pengujian sumur uap.
2. Pada perancangan *safety signs* hanya digunakan standar ANSI Z535 dan BS ISO 3864.

### **I.5 Manfaat Tugas Akhir**

Berdasarkan tujuan tugas akhir yang sudah ditentukan, maka diharapkan tugas akhir ini dapat menghasilkan manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat bagi peneliti
  - a. Menambah wawasan dan pengetahuan terkait ilmu hirarki pengendalian risiko.
  - b. Melatih kemampuan dalam mengaplikasikan ilmu hirarki pengendalian risiko ke dalam permasalahan yang ada di dalam suatu perusahaan.
  - c. Melatih kemampuan dalam melakukan usulan perancangan *safety signs* menggunakan standar ANSI Z535 & BS ISO 3864.

2. Manfaat bagi perusahaan

Dengan dilakukannya analisis hirarki pengendalian risiko dan perancangan usulan berupa *safety signs*, diharapkan dapat menekan bahkan menghilangkan jumlah kejadian bahaya berkategori *near miss* dan *hazard observation* sehingga tidak ada potensi terjadinya kecelakaan.

### **I.6 Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini diuraikan dengan sistematika sebagai berikut :

#### **Bab I Pendahuluan**

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang masalah dari tugas akhir ini, alasan mengapa tugas akhir ini perlu dilakukan serta pendekatan apa yang digunakan dalam mengatasi masalah yang ada. Setelah itu, dari latar belakang dapat dirumuskan masalah dari tugas akhir ini agar dapat diketahui ruang lingkup tugas akhir. Lalu dari rumusan masalah dapat ditetapkan tujuan tugas akhir serta terdapat batasan masalah.

Setelah itu terdapat manfaat yang diharapkan dari hasil tugas akhir ini dari segi penulis dan perusahaan.

## **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Pada bab ini berisi tentang landasan teori seputar kesehatan dan keselamatan kerja, risiko dan bahaya, serta hirarki pengendalian risiko yang didapatkan dari sumber-sumber bacaan seperti buku dan jurnal. Dengan adanya tinjauan pustaka ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi penulis dalam mencapai tujuan tugas akhir.

## **Bab 3 Metodologi Penyelesaian Masalah**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan untuk memecahkan masalah dan disajikan dalam bentuk gambar metode konseptual, tabel struktur metodologi dan gambar alur sistematika pemecahan masalah.

## **Bab 4 Perancangan Sistem Terintegrasi**

Pada bab ini terdapat pengumpulan data, pengolahan data dan perancangan sistem terintegrasi. Untuk tahap pengumpulan data, data yang dikumpulkan adalah data antropometri Indonesia yang difilter berdasarkan jenis kelamin, tahun pengambilan data dan usia. Selanjutnya, untuk tahap pengolahan data dilakukan *safety signs assesment* untuk mengetahui kriteria *safety signs* yang cocok untuk diterapkan di lapangan. Terakhir, pada tahap perancangan akan dirancang *safety signs* berdasarkan hasil *safety signs assesment* dengan mengacu pada standar ANSI Z535 dan BS ISO 3864.

## **Bab 5 Analisa dan Evaluasi Hasil Perancangan**

Pada bab ini dilakukan analisis dan evaluasi dari hasil rancangan *safety signs* yang sudah dibuat pada bab sebelumnya. Pada bab ini terdapat tiga tahapan yaitu verifikasi, analisa sensitifitas, dan implementasi hasil.

## **Bab 6 Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini dapat ditarik kesimpulan dari tugas akhir yang telah dikerjakan dan saran untuk peneliti selanjutnya serta perusahaan.