

# BAB 1

## PENDAHULUAN

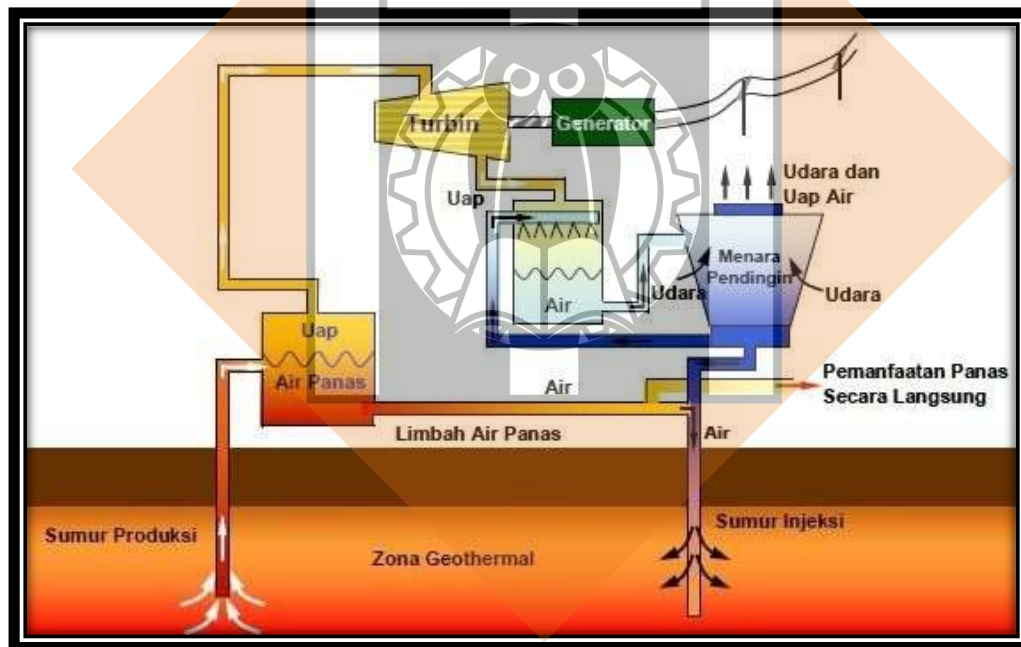
### 1.1. Latar Belakang

Pertamina Geothermal Energy (PGE) merupakan anak perusahaan PT. Pertamina (Persero), berdiri sejak tahun 2006. Lapangan pembangkit listrik tenaga panas bumi Kamojang terletak 42 km arah tenggara kota Bandung, Jawa Barat. Lapangan ini membentang pada deretan Gunung api Rakutak-Guntur dan terletak 1500 m di atas permukaan laut. Lapangan Kamojang memiliki *reservoir* dengan tipe sistem dominasi uap. Bentuk manifestasi panas bumi di permukaan yang ada di lapangan ini terdiri dari kolam air panas, kubangan lumpur panas, tanah beruap dan mata air panas yang tersebar di area Kamojang. Uap kering diproduksi dari *reservoir* sebesar 1100 ton/jam atau setara dengan 200 Mwe (Laporan Harian Fungsi Produksi PT.Pertamina Geothermal Energy (PGE) area Kamojang, 2013)



Gambar 1.1 Lokasi Lapangan Panas Bumi Pertamina Geothermal Kamojang, Jawa Barat  
(sumber : PT.Pertamina Geothermal Energy)

*Geothermal Power Plant* ini dimulai dari scrubber hingga proses pembangkitan listrik. Uap yang sudah dipisahkan dari scrubber akan menghasilkan uap kering sehingga dapat memutar turbin dan mengubah energi panas menjadi energi gerak, sedangkan kondensat yang dihasilkan scrubber akan dialirkan ke sump pit. Putaran dari turbin tersebut akan menggerakkan generator sehingga menghasilkan energi listrik. Energi uap yang sudah tidak bisa digunakan untuk memutar turbin akan dialirkan ke kondensor dan akan disemprotkan dengan air kondensat sehingga uap tersebut berubah fasa menjadi cair. Kondensat tersebut akan diteruskan ke cooling tower oleh hot well pump untuk menurunkan temperatur dari kondensat. Uap yang tidak bisa dikondensasikan atau NCG (Non-Condensable Gas) akan dialirkan ke ejector untuk disemprotkan ke interkondensor untuk dikondensasikan kembali. Setelah dari interkondensor, NCG akan dialirkan ke cooling tower untuk dibuang. Kondensat yang sudah dingin akan diteruskan lagi ke kondensor untuk mengubah fasa uap. seperti terlihat pada Gambar 1.2 dibawah ini



**Gambar 1.2 Ilustrasi Sederhana Proses Panas Bumi Menjadi Listrik**  
(sumber: ilustrasi proses energy panas bumi)

Pipa yang digunakan untuk menyalurkan uap dari sumur menuju unit pembangkit listrik (*power plant*) diberi isolasi untuk meminimalisir kehilangan energi. Material

yang umumnya dipakai sebagai isolasi diantaranya *calcium silicate*, *rock wool*, *cellural glass*, *Perlite* dan lain-lain. Namun pipa penyalur uap di lapangan Kamojang dirancang menggunakan sistem isolasi pembungkus udara. Pipa hanya di bungkus dengan *aluminium clading* dengan diameter 5 inchi lebih besar dari ukuran pipa. Annulus diantara pipa dan alumunium clading dibiarkan kosong sehingga isolasi hanya mengandalkan udara yang terperangkap diantara pipa penyalur dan aluminium clading. Pada awalnya sistem isolasi ini cukup efektif untuk meminimalkan laju kondensasi sesuai yang direncanakan. Namun dalam perkembangan selanjutnya Performansi sistem isolasi *air jacket* tidak lagi sesuai yang dipertahankan.

Hal ini disebabkan laju kondensasi akibat kehilangan panas proses penyalur uap semakin lama akan meningkat. Pada awal laju kondensasi tercatat hanya sebesar 2 Kg/s namun setelah 10 tahun beroperasi meningkat menjadi 10 Kg/s. Pipa penyalur yang digunakan untuk mensuplai uap ke power plant unit IV menghasilkan listrik sebesar 55 Mwe. Dengan konversi energi uap ke energi listrik sebesar 1.82 Kg/s/Mwe berarti penurunan efektivitas sistem isolasi pipa penyalur telah menyebabkan kerugian sekitar 10 Mwe atau kurang lebih USD 2.7 juta dollar pertahun

Mengetahui potensi kerugian sebesar itu, perusahaan bermaksud untuk menggantisistem isolasi yang terpasang saat ini yaitu *air jacket* dengan sistem isolasi lain untuk memaksimalkan pemakaian energi uap. Pada saat ini ada pemikiran bahwa kelayakan penggantian dengan sistem isolasi baru paling tidak, dapat:

1. Menurunkan jumlah kehilangan panas (*Heatloss*) sepanjang pipa penyalur uap.
2. Menurunkan temperature permukaan isolasi pipa berada pada kisaran yang aman bila tersentuh oleh manusia. Hal ini penting mengingat jumlah penduduk yang bermukim disekitar pipa semakin meningkat, maka temperatur permukaan clading harus diturunkan sampai kepada batas aman bila tersentuh oleh tangan terbuka (umumnya antara 30-60°C).

Salah satu cara yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan diatas adalah dengan meninjau kembali semua data operasi yang ada terutama data yang berhubungan dengan proses penyaluran uap. Lalu dilakukan Analisa teknis untuk mencari solusi yang paling baik.

## 1.2. Tujuan Penelitian

1. Menguji apakah dari penggantian isolasi layak dilakukan dan memberikan rekomendasi alternatif pengganti isolasi *air jacket* yang dengan material yang lebih baik dan ekonomis.
2. Menganalisa dan menghitung, menentukan jenis-jenis isolasi yang tepat untuk mengurangi *heatloss*.
3. Melakukan uji sensitivitas untuk melihat pengaruh beberapa variable yang tertentu terhadap pemilihan ketebalan isolasi. Variabel-variable yang akan diuji sensitivitasnya terhadap perhitungan penggantian isolasi antara lain
  - ❖ Thermal konduktivitas material isolasi antara 0.035 - 0.1 W/m K.
  - ❖ Konsumsi uap (*steam rate*) antara 1.60 - 1.80 kg/s/MW.
  - ❖ Usia ekonomis 10 tahun



### 1.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbandingan nilai *heatloss* dari sistem pipa penyalur uap bahan isolasi lama dengan bahan isolasi baru ?
2. Bagaimana optimasi pemilihan bahan insulasi dan ketebalan insulasi yang sesuai dengan nilai penurunan temperatur terkecil?
3. Melakukan kajian terhadap sistim pipa penyalur dengan tujuan untuk mengurangi jumlah uap yang terkondensasi dan untuk menjaga kesinambungan dan ketersediaan pasokan uap untuk jangka panjang.

### 1.4. Batasan Masalah

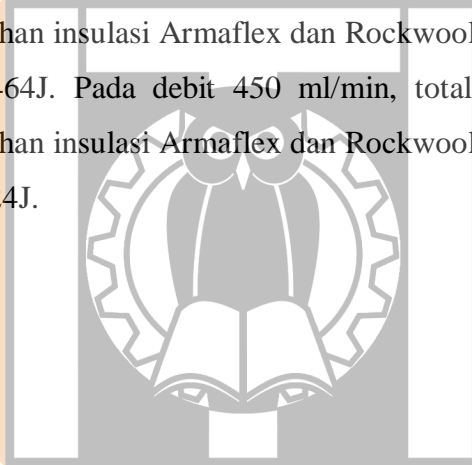
1. Perhitungan hanya mencakup sistem pipa penyalur dari Unit IV. Sedangkan Unit I-III tidak masuk dalam perhitungannya, karena pipa tersebut digunakan untuk menyalurkan uap ke power plan yang berbeda.
2. Hanya memasukan perhitungan pada pipa-pipa diatas 20 inchi.
3. Melakukan kajian dari sisi reservoar mengapa laju kondensasi terus meningkat sejalan dengan penambahan waktu.

### 1.5. State of the Art Penelitian

Dalam jurnal yang ditulis oleh Muntolib dan Rusdiyantoro (2014), Uap panas merupakan sumber utama dalam mengolah produksi, aliran pipa uap panas selalu dipengaruhi udara bebas, karena itu harus dilakukan pemilihan bahan isolasi jenis mineral wool, calcium silicate dan ceramic fiber blanket dengan membuat model simulasi untuk menentukan bahan yang paling tepat dalam mengurangi kehilangan panas. Analisa dilakukan dengan menghitung jumlah kehilangan panas tanpa menggunakan bahan isolasi dan menggunakan isolasi dengan ketebalan bervariasi. Proses analisa dilakukan pada suhu 150 °C dengan hasil isolasi mineral wool tebal 25 mm sebesar 5.714 watt, tebal 50 mm sebesar 3.489 watt dan tebal 75 mm sebesar 2.633 watt. Sedangkan hasil isolasi calcium silicate tebal 25 mm sebesar 7.774 watt, tebal 50 mm sebesar 4.913 watt dan tebal 75 mm sebesar 3.756 watt. Sedangkan hasil isolasi ceramic fiber blanket tebal 25 mm sebesar 6.756 watt, tebal 50 mm sebesar 4.197 watt dan tebal 75 mm sebesar 3.188 watt. Bahan isolasi mineral wool memiliki hasil terbaik dibandingkan calcium silicate dan ceramic fiber blanket. Kesimpulan pemilihan bahan isolasi dipengaruhi nilai termal konduktivitas dan tebal bahan. Dengan cara membuat simulasi dalam keadaan steady untuk menentukan bahan yang paling tepat dalam mengurangi *heatloss*.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Nicko Matthew (2018) Kehilangan panas yang disebabkan karena perpindahan panas dari suhu tinggi ke suhu rendah merupakan salah satu masalah yang dijumpai dalam perencanaan pipa panas bumi. Insulasi menjadi solusi dalam menanggulangi permasalahan tersebut. Analisis ini dilakukan pada jalur pipa yang terisolasi di lapangan uap berukuran 18 inci, analisis tersebut dilakukan dengan 3 jenis insulasi yaitu kalsium silikat, rockwool, foam glass. Ketiga material tersebut memiliki nilai konduktivitas yang berbeda, sehingga kemampuan menahan panas pada setiap material insulasi juga berbeda. Analisis ini dilakukan untuk menentukan material terbaik untuk menanggulangi kehilangan panas yang terjadi. Rockwool menjadi material yang terbaik dibandingkan 2 material lainnya

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Adli (2016) suatu sistem pemanas air tenaga surya dimana tangki penyimpanan yang berada di sistem ini dibungkus dengan bahan insulasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan insulasi terhadap perpindahan kalor pada tangki penyimpanan untuk sistem pemanas air tenaga surya. Bahan insulasi yang digunakan pada pengujian ini antara lain Armaflex, Busa, Ceramic Fiber, Glasswool, Kapas, Kapuk, Plasticine, Polyfoam, Rockwool, dan Styrofoam. Fluida yang berada di sistem pemanas air tenaga surya ini dialirkan dengan bantuan pompa aquarium. Debit yang digunakan untuk mengalirkan fluida yaitu 150 ml/min, 300 ml/min, dan 450 ml/min. Dari hasil penelitian, tangki penyimpanan dengan bahan insulasi Armaflex dan Rockwool memiliki total heat loss paling sedikit daripada bahan insulasi yang lain. Pada debit 150 ml/min, total heat loss pada tangki penyimpanan dengan bahan insulasi Armaflex dan Rockwool masing-masing sebesar 807.429J dan 705.579J. Pada debit 300 ml/min, total heat loss pada tangki penyimpanan dengan bahan insulasi Armaflex dan Rockwool masing-masing sebesar 2.067.534J dan 2.032.464J. Pada debit 450 ml/min, total heat loss pada tangki penyimpanan dengan bahan insulasi Armaflex dan Rockwool masing-masing sebesar 2.942.121J dan 3.153.024J.



## 1.6. Sistematika Penulisan

### BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang latar belakang masalah penulisan, batasan masalah penulisan, tujuan penulisan, metode penulisan, sistematika penulisan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Membahas teori dasar yang menunjang dalam penulisan tugas akhir ini. Umumnya mengenai uap panas, termodinamika, teori perpindahan panas, gheothermal teknologi.

### BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian data-data yang dikumpulkan dari lapangan untuk dan berbagai sumber literatur seperti database dan perpustakaan perusahaan.

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Melakukan perhitungan dan analisa mengenai berbagai alternative pilihan material isolasi, perhitungan dan analisis pengaruh tegangan dari penambahan material insulasi.

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan penutup dari penulisan tugas akhir ini yang berisi tentang kesimpulan dan saran-saran.