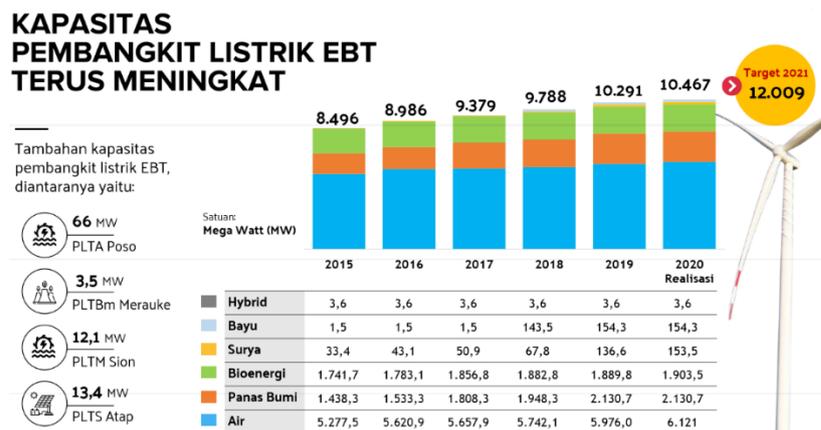


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional menyatakan bahwa bauran energi primer yang bersumber dari EBT (Energi Baru Terbarukan) adalah minimal sebesar 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit 31% pada tahun 2050 (Laoly, 2017).



Gambar 1. Realisasi Pembangkit EBT hingga 2020 (KESDM, 2021)

PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) merupakan salah satu dari pembangkit listrik energi baru terbarukan. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa hingga tahun 2020, realisasi peningkatan kapasitas pembangkit listrik tenaga panas bumi mencapai 2.130,7 MW sedangkan potensi energi panas bumi di Indonesia merupakan terbesar kedua di dunia dengan potensi mencapai 23,76 gigawatt (GW). Perbandingan realisasi pembangkit listrik dengan potensi energi panas bumi yang ada masih dibawah 10% (sekitar 8,9%) (Mudassar, 2021).

Pengembangan energi panas bumi di Indonesia sejalan dengan program pemerintah yang mencanangkan *Net Zero Emission* pada tahun 2060 yang akan dimulai pada tahun 2030. Pemerintah berencana akan mulai mengganti (Pensiunkan) pembangkit listrik tenaga fosil terutama PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) yang berbahan bakar batubara dan beralih pada pembangkit listrik EBT (KESDM RI, 2021).

Salah satu kebijakan optimalisasi pengembangan sumber daya panas bumi menurut Dewan Energi Nasional yaitu merekomendasikan untuk melakukan inovasi penggunaan teknologi *binary power plant* untuk pemanfaatan panas bumi temperatur menengah (Siswanto, 2020). Hal ini mendorong PLTP (Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi) menggunakan siklus gabungan (*Combined Cycle*) untuk memaksimalkan pemanfaatan energi panas bumi yang telah ada.

Sarulla *Geothermal Power Plant* merupakan pembangkit listrik tenaga panas bumi yang berlokasi di Kabupaten Tapanuli Utara, provinsi Sumatera Utara. Sarulla Operations Limited merupakan PLTP pertama di Indonesia yang memanfaatkan teknologi *combined cycle*. Teknologi ini dikembangkan oleh Ormat International dengan mengkombinasikan teknologi *single flash* dan teknologi *binary organic rankine cycle*. Kapasitas terpasang pembangkit adalah sebesar 330 MW (Rakhmadi & Sutyono, 2015). Hadirnya pembangkit listrik di Kabupaten Tapanuli Utara diharapkan dapat memberikan manfaat dan kesejahteraan yang besar bagi masyarakat di Kabupaten Tapanuli Utara. Menurut Undang Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi menyatakan bahwa salah satu asas dan tujuan pengelolaan energi adalah kesejahteraan masyarakat (Bambang Yudhoyono, 2007)

Pada tahap awal pengembangannya, PLTP Sarulla mengalami penolakan dan hambatan dari masyarakat lokal. Hal ini ditandai dengan terjadinya demo penolakan di beberapa lokasi dengan meminta supaya pengembangan wilayah kerja panas bumi Sarulla dihentikan (Hutasoit, 2020). Penolakan masyarakat ini didasari oleh pertimbangan bahwa keberadaan PLTP hanya akan mengganggu dan merusak lingkungan hidup tempat tinggal dan tidak meningkatkan ekonomi masyarakat lokal secara langsung. Konflik horizontal dengan masyarakat lokal akan selalu terjadi apabila keberadaan PLTP tidak dirasakan manfaatnya secara langsung oleh masyarakat (Ahmad, Adityatama, et al., 2021). Tantangan penolakan masyarakat lokal dapat di kurangi apabila perusahaan memiliki kesediaan dalam pemberdayaan masyarakat lokal khususnya dalam peningkatan perekonomian masyarakat dalam dunia usaha.

Penelitian ini menjadi alternatif jawaban bagi perusahaan atas penolakan dari masyarakat lokal di sekitar wilayah kerja panas bumi Sarulla yaitu dengan memanfaatkan fluida sisa panas bumi keluaran dari pembangkit siklus gabungan di Sarulla untuk dimanfaatkan secara langsung. Fluida yang dialirkan menuju sumur reinjeksi memiliki suhu 103°C dengan laju aliran sebesar 4978 t/h dan dengan tekanan sebesar 6-14 Bar. Energi fluida reinjeksi tersebut masih dapat dimanfaatkan secara langsung untuk pengembangan usaha masyarakat di Tapanuli Utara yang merupakan daerah penghasil kopi sebagai komoditas unggulan (BPS, 2021) serta mampu menjadi pengganti energi fosil dan konvensional (minyak, kayu) dan meringankan ongkos produksi pada usaha masyarakat. Penelitian ini mencoba menganalisis parameter fluida reinjeksi yang tersedia serta menganalisis potensi energinya. Hasil analisis kemudian menjadi dasar dalam pemetaan jenis usaha pemberdayaan masyarakat yang dapat dibangun dan dikembangkan.

1.2 Perumusan Masalah

Energi panas bumi sebagian besar berada di dataran tinggi dan hutan lindung serta melewati berbagai daerah dan lingkungan tempat tinggal masyarakat. Proses pengembangan energi panas bumi tersebut menghadapi berbagai tantangan. Selain tantangan secara geografis, tantangan lain berasal dari penolakan masyarakat lokal sekitar wilayah kerja panas bumi. Penolakan didasari oleh kurangnya dampak secara perekonomian bagi masyarakat lokal.

Permasalahan ini mampu menghambat dan mengganggu pengembangan energi panas bumi baik pada tahap awal pengembangan hingga pembangkit telah beroperasi. Perusahaan memiliki tanggungjawab untuk memberdayakan dan meningkatkan perekonomian masyarakat lokal.

Perusahaan dapat mulai mengkaji dan memanfaatkan sumber daya energi yang sudah ada. Fluida sisa pembangkit yang akan di injeksi kembali ke sumur reinjeksi masih memiliki energi yang cukup untuk pengembangan usaha masyarakat. Fluida reinjeksi memiliki suhu sekitar 103°C dengan laju aliran sebesar 4978 t/h dan dengan tekanan sebesar 6 Bar. Fluida reinjeksi ini kemudian dianalisa untuk mendapatkan nilai potensi energi yang dihasilkan. Data energi yang ada kemudian digunakan untuk pengembangan usaha yang sesuai dengan energi fluida tersebut. Pengembangan usaha dari energi fluida reinjeksi ini diharapkan dapat meningkatkan penerimaan masyarakat terhadap energi panas bumi dan mendapat manfaat peningkatan perekonomian secara langsung.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan fluida sisa pembangkit listrik tenaga panas bumi siklus gabungan untuk memberdayakan usaha masyarakat lokal, menganalisa potensi yang ada serta memberikan gambaran umum pengering kopi yang bisa dikembangkan dengan potensi tersebut. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis energi dan exergi fluida sisa pembangkit siklus gabungan
2. Membuat simulasi pengering kopi sebagai pemanfaatan secara langsung dari nilai energi yang telah di analisa

1.4 Manfaat Penelitian

1) Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang fluida sisa PLTP siklus gabungan serta potensi pemanfaatannya untuk kegiatan usaha dan bisnis masyarakat. Penelitian ini juga dapat menjadi referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan serta pengembangan usaha masyarakat lain dari fluida sejenis baik di panas bumi konvensional maupun panas bumi siklus gabungan (*combined cycle*).

2) Manfaat Praktis

- a Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sarana yang bermanfaat dalam mengimplementasikan ilmu pengetahuan penulis tentang pemanfaatan langsung fluida sisa *geothermal combined cycle*.
- b Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan ide baru tentang usaha masyarakat lain yang masih dapat dihasilkan dari fluida sisa panas bumi.
- c Bagi perusahaan, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam kegiatan pemberdayaan masyarakat lokal sekitar perusahaan melalui peningkatan perekonomian masyarakat sebagai bagian dari CSR (*corporate social responsibility*).

- d Bagi masyarakat lokal, penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber inspirasi dalam memulai usaha baru di lingkungan perusahaan.
- e Bagi pemerintah, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengambilan kebijakan dalam upaya memaksimalkan potensi panas bumi di Indonesia dengan memperbaharui teknologi PLTP konvensional menjadi PLTP siklus gabungan serta mendorong masyarakat sekitar perusahaan dalam memulai usaha untuk meningkatkan perekonomian masyarakat.

1.5 Originalitas Penelitian

Penelitian tentang *Direct use* atau pemanfaatan langsung energi panas bumi telah banyak dilakukan akan tetapi pemanfaatan fluida sisa pembangkit listrik panas bumi siklus gabungan di Indonesia belum ada dikarenakan Sarulla merupakan satu-satunya PLTP siklus gabungan (*Combined Cycle*) di Indonesia. Berikut ini penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pemanfaatan langsung (*direct use*) energi panas bumi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ahmad, Lafkin, et al., 2021) membahas tentang pemanfaatan secara langsung uap keluaran dari *back pressure turbine* pada PLTP (pembangkit listrik tenaga panas bumi) Ulumbu. Uap keluaran turbin pada unit-1 memiliki tekanan sebesar 98 kPa dengan entalpi sebesar 2.435 kJ/kg dan dengan laju aliran sebesar 31,2 t/h sedangkan pada unit-2 memiliki tekanan sebesar 96 kPa dengan entalpi 2.430 kJ/kg dengan laju aliran sebesar 31,2 t/h. Uap yang selama ini dibuang ke lingkungan dimanfaatkan untuk kepariwisataan, pertanian, perkebunan dan perikanan. Sehingga penelitian ini hanya menggunakan uap keluaran dari turbin.

Penelitian dari (Roumi et al., 2017) membahas tentang penggunaan secara langsung energi panas bumi. Brine dari hasil separasi pada separator digabungkan dengan kondensat keluaran dari PLTP jenis *condensing steam turbine* untuk kemudian digunakan pada pengolahan makanan, pemanas, turisme, dan peternakan ikan. Fluida yang dimanfaatkan memiliki laju aliran 150 kg/s dengan suhu sebesar 120°C. Penelitian ini memanfaatkan brine tanpa melalui *organic rankine cycle* terlebih dahulu.

Studi penelitian yang dilakukan oleh (Franke & Nakagawa, 2017) memanfaatkan energi *geothermal* berupa uap keluaran dari turbin pembangkit listrik setelah didinginkan melalui *cooling tower* pada suhu 150°C - 170°C untuk pengeringan yang selanjutnya dialirkan berurutan untuk kebutuhan kolam air panas, kompos, dan rumah kaca hingga penurunan suhu mencapai 25 °C hingga akhirnya di pompa kembali ke dalam bumi. Uap digunakan hingga penurunan suhu mencapai 25 °C tanpa pencampuran dengan brine.

Penelitian yang dilakukan (Banjarnahor et al., 2017) membahas tentang pemanfaatan secara langsung fluida panas bumi di Wayang Windu. Karakteristik brine yang dimanfaatkan memiliki suhu pada *inlet heat exchanger* sebesar 173°C dengan laju aliran 3,33 kg/s. Brine yang dimanfaatkan merupakan brine keluaran dari separator tanpa pemanfaatan terlebih dahulu pada *binary plant*.

Penelitian yang dilakukan (Prasetyo et al., 2018) membahas tentang pemanfaatan fluida panas bumi untuk pengeringan kopi bertempat di Wayang Windu. *Brine* keluaran dari separator dimanfaatkan sebagai media pemanas pada *heat exchanger* untuk memanaskan air yang akan dipanaskan. Suhu *brine* pada inlet *heat exchanger* adalah sebesar 175°C dan dapat menaikkan suhu air dari 74,82°C menjadi 80°C. *Brine* yang dimanfaatkan merupakan *brine* keluaran dari separator tanpa melalui *binary plant* terlebih dahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Moya et al., 2018) membahas tentang teknologi pembangkit panas bumi dan pemanfaatan panas bumi secara langsung. *Brine* dari separator langsung dimanfaatkan untuk budidaya ikan, kolam air panas tanpa melalui *binary plant*, sedangkan uap yang terkondensasi dari *back pressure steam turbine* dimanfaatkan untuk sebagai pemanas air di daerah lokal sedangkan *non-condensable gases CO2* digunakan untuk produksi metanol.

Menurut (Widyanita, 2018) Penggunaan energi panas bumi berentalpi rendah telah dilakukan di beberapa negara. Energi panas bumi berentalpi rendah (<125°C) digunakan secara langsung untuk *heat pumps*, *aquifer thermal energy storage*, pemanas ruangan dan pembangkit listrik, pemanasan *greenhouse*, pengeringan, akuakultur, tempat berenang dan terapi. Energi panas bumi berentalpi rendah tersebut bukan merupakan fluida sisa dari pembangkit listrik tenaga panas bumi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Prasetya et al., 2018) membahas tentang penggunaan energi panas bumi dimanfaatkan untuk pengeringan biji coklat, pengeraman telur dan terapi panas bumi. Energi panas bumi yang digunakan adalah energi panas bumi yang memiliki suhu 71,4°C hingga suhu akhir keluaran sebesar 28°C tanpa melalui pembangkit listrik terlebih dahulu. Sumber energi panas bumi yang berupa manifestasi langsung digunakan untuk pemanfaatan secara langsung.

Pada penelitian yang dilakukan (Adityatama et al., 2019) menjelaskan bagaimana pemanfaatan energi panas bumi secara langsung dapat menjadi pendekatan kepada masyarakat untuk meningkatkan hubungan masyarakat dengan perusahaan pengembang panas bumi pada tahap eksplorasi. Energi panas bumi digunakan untuk pariwisata

Penelitian yang dilakukan (Suyanto et al., 2010) membahas tentang pemanfaatan energi panas bumi secara langsung pada pengeringan teh di area lapangan panas bumi Wayang Windu. Fluida yang digunakan merupakan *brine* hasil separasi dari *separator*. *Brine* bersuhu 180°C dengan tekanan sebesar 10 Bar dan laju aliran sebesar 75kg/s digunakan untuk pengeringan teh tanpa melalui *binary plant* terlebih dahulu.

Penelitian yang dilakukan oleh (Shoedarto et al., 2016) membahas tentang pemanfaatan energi panas bumi secara langsung untuk meningkatkan penerimaan publik terhadap pemanfaatan energi panas bumi. Pada penelitian ini menggunakan langsung fluida panas bumi untuk kolam renang tanpa melalui pembangkit listrik terlebih dahulu.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan dari penelitian sebelumnya adalah terletak pada pemanfaatan fluida keluaran pembangkit konvensional (*Back pressure steam turbine / condensing steam turbine*), Sedangkan pada penelitian yang penulis akan lakukan fokus pada pemanfaatan fluida sisa keluaran dari pembangkit *geothermal combined cycle* dengan memanfaatkan kondensat dan *brine* keluaran dari proses terakhir pembangkit listrik pada *binary plant*. Fluida yang akan dimanfaatkan memiliki suhu sekitar 103°C dengan tekanan sebesar 6 bar dan dengan laju aliran sebesar 4978 t/h.