

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

1.1.1. Latar Belakang Pemilihan Tipologi

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan cadangan energi baik migas maupun-non migas yang berlimpah masih terhitung boros dalam konsumsi energi dalam tiap harinya – khususnya di bidang transportasi dan industri. Mayoritas energi yang digunakan juga merupakan energi migas (minyak dan gas bumi). Bahkan negara maju seperti Amerika Serikat, Cina, Jepang dan Rusia juga masih terhitung boros dalam konsumsi/harinya.



Gambar 1.1 Jumlah Konsumsi BBM Dunia per Hari

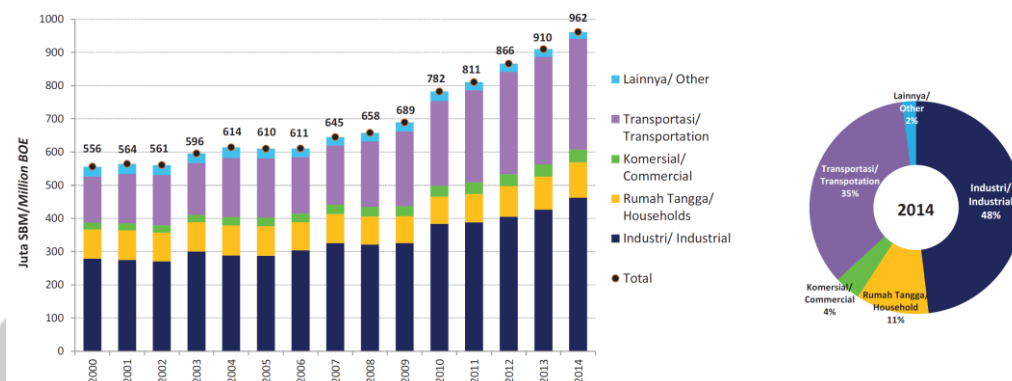
Sumber : <http://katadata.co.id/grafik/2016/01/06/15-konsumen-minyak-dunia>

Dilansir dari kompas.com, cadangan minyak di Indonesia hanya tersisa 3,7 miliar barel. Dengan laju konsumsi 1,6 juta barel/hari dan produksi minyak dalam negeri yang tidak mencapai 800.000 barel/hari, diperkirakan cadangan ini hanya akan bertahan hingga ± 10 tahun (Elan Biantoro, Kepala Bagian Hubungan Masyarakat SKK Migas, 2015). Sebenarnya Indonesia masih memiliki cadangan sebanyak 43,7 barel minyak – hanya saja butuh eksplorasi dengan teknologi tinggi, yang pasti akan memakan biaya yang juga tidak kalah tinggi. Sejauh ini, minyak bumi masih menjadi sumber energi terbesar bagi Indonesia. Upaya untuk mencari energi alternatif dan upaya untuk menghemat energi masih sangat rendah.

Salah satu faktor utama pemborosan BBM adalah pergerakan masyarakat yang mengedepankan kendaraan pribadi diatas kendaraan umum. Kerugian atas

pemakaian kendaraan pribadi (motor dan mobil) di Indonesia mencapai ±Rp14,8 triliun/tahun – bukan jumlah yang sedikit.

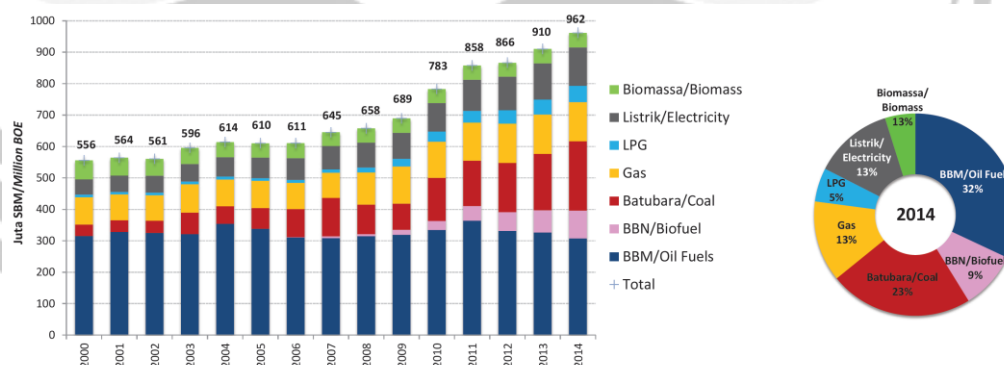
Diagram 1.1 Konsumsi Energi per Sektor



Sumber : Outlook Energi Indonesia 2016, BPPT

Grafik diatas menunjukkan perbandingan konsumsi energi tiap sektornya. Sektor industrial berada pada tingkat pertama dengan angka 48%. Transportasi pada peringkat ke-2 dengan angka 35%.

Diagram 1.2 Konsumsi Energi Berdasarkan Jenis



Sumber : Outlook Energi Indonesia 2016, BPPT

Dari seluruh jenis energi yang dikonsumsi, BBM merupakan yang utama dengan angka 32%. Transportasi di Indonesia sendiri sudah mengonsumsi sebanyak ±72% dari total penggunaan BBM. Mayoritas industri menggunakan bahan bakar batubara, gas dan listrik. Hampir seluruh energi yang saat ini dipakai oleh Indonesia merupakan energi yang tidak terbarukan. Terdapat beberapa faktor

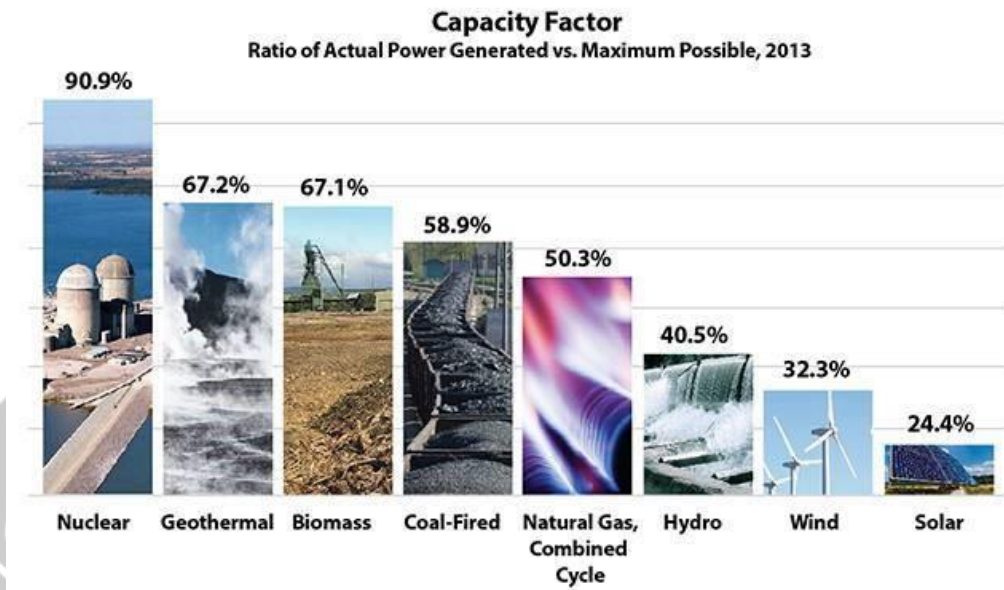
yang menjadi pertimbangan mengapa energi terbarukan (EBT) hampir tidak diupayakan untuk dikembangkan.

Pertama adalah faktor penyimpanan. EBT diklasifikasikan menjadi 2 – yaitu *intermiten* dan *primer*. EBT *intermiten* adalah yang tidak dapat memasok energi secara terus-menerus, seperti angin dan matahari. EBT *primer* adalah yang dapat memasok energi secara terus-menerus, seperti air, panas bumi, biomasa dan nuklir. Masalah penyimpanan timbul pada EBT *intermiten*. Dikarenakan tidak dapat memasok energi secara terus-menerus, solusinya hanya ada satu : sistem *hybrid* dengan fosil. Pada umumnya disimpan layaknya baterai. Namun, hal inilah yang menyebabkan biaya listrik intermiten menjadi mahal.

Indonesia sangat jarang melakukan penyimpanan energi karena sistem penyimpanan baterai dapat mencapai Rp2,7 juta hingga Rp6,7 juta/kWh – dapat dibilang sangat mahal. Sebenarnya ada beberapa jenis penyimpanan yang tidak semahal baterai, dan yang paling umum adalah *pump hydro* yang hanya terdapat di PLTA Cisokan. *Pump hydro* ini dapat menghasilkan energi sebesar 1.040 MW dan dibangun dengan dana Rp10,7 triliun. Sistem penyimpanan *pump hydro* sering dipakai untuk melakukan penyeimbangan beban dari grid listrik karena memiliki kemampuan untuk menyimpan energi saat beban rendah dan mensuplainya kembali saat beban berada di puncak. Biaya penyimpanannya saat ini juga yang paling murah (Rp1,3 juta hingga Rp2,7 juta/kWh) dan paling banyak terpasang di dunia dengan total kapasitas penyimpanan 127.000 MW. Selain menyimpan energi dari PLTA, *pump hydro* juga dapat menyimpan energi dari pembangkit tenaga angin.

Kedua adalah faktor kapasitas. Maksud dari kapasitas disini ialah rasio output sebenarnya dengan potensi output 24 jam (dalam %). EBT *intermiten* adalah yang terendah dari semua jenis pembangkit.

Diagram 1.3 Rasio Kapasitas Antar Sumber Energi



Sumber : http://www.kompasiana.com/bob911/energi-terbarukan-dan-permasalahannya_559d42dbf69273d30cdb9c08

Sumber energi *intermiten* yaitu matahari dan angin hanya memiliki kapasitas masing-masing 24,4% dan 32,2%. Angka tersebut masih dibawah 50% – angka minimal yang dibutuhkan untuk menjamin pasokan energi yang lancar. Faktor kapasitas yang rendah akan menyebabkan turunnya konsistensi energi di dalam grid – menyulitkan proses penyeimbangan beban.

Ketiga adalah luas area. Ini merupakan salah satu permasalahan terbesar yang dihadapi pembangunan pembangkit listrik di Indonesia. Seperti diakui oleh Unit Pelaksana Program Pembangunan Ketenagalistrikan Nasional (UP3KN), banyaknya pembebasan lahan dapat memakan waktu hingga bertahun-tahun. Sebagai contoh, PLTU Batang 2*1000 MW yang membutuhkan lahan seluas 226 Ha membutuhkan waktu lebih dari 3 tahun untuk proses pembebasannya. PLTA Jatigede 2*55 MW juga membutuhkan waktu 30 tahun untuk membebaskan lahan seluas 147 Ha untuk waduk. Semetara untuk pembangkit tenaga surya dan angin, dibutuhkan setidaknya 3,3 Ha dan 2,4 Ha untuk memberi energi listrik ke 1.000 rumah saja. Sejauh ini, nuklir lah yang paling membutuhkan area sedikit – hanya seluas 0,1 Ha untuk 1.000 rumah. Namun Indonesia masih ragu-ragu karena bila pengelolaannya tidak tepat, bahaya radioaktif akan mengancam PLTN tersebut dan sekitarnya.

Diagram 1.4 Perbandingan Kebutuhan Luas Lahan Berbagai Jenis Energi per 1000 Rumah



Sumber : SAIC/RW Beck, Comparison of Fuels for Power Generation, 2013

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki lahan daratan yang terbatas dibanding negara lain. Kepadatan penduduk Indonesia juga tidak menolong – 121 jiwa/km². Perlu pertimbangan dalam perencanaan pembangunan pembangkit listrik, karena lahan masih harus dibagi untuk infrastruktur lainnya.

Keempat adalah densitas energi. Maksudnya adalah perbandingan antara energi yang dihasilkan dengan luas lahan yang dibutuhkan. Sebagai contoh, batubara memiliki densitas 1.000 kWh/m², sementara nuklir memiliki densitas 12.500.000.000 kWh/m². Ini artinya energi nuklir dapat menghasilkan energi jutaan kali lipat dibandingkan dengan batubara. Angin hanya memiliki densitas 138,25 Wh/m² – membuat energi angin menjadi tidak efisien sama sekali bahkan bila dibandingkan dengan energi batu bara.

Padahal, Indonesia memiliki potensi kekayaan energi yang besar – dan apabila dikelola dengan benar akan mampu mencukupi kebutuhan listrik nasional. Cadangan gas alam negara berada pada angka 5,3 triliun m³ (1,5% cadangan dunia), batu bara pada angka 5,7 miliar ton (3% cadangan dunia), panas bumi pada angka 27.000 MW (40% cadangan dunia) dan minyak bumi pada angka 3,7

miliar barel (0,3% cadangan dunia). Untuk energi terbarukan, Indonesia memiliki potensi mikrohidro (450 MW), biomassa (50GW), energi surya (4,8 MWh/m²) dan energi angin (3-6 m/s). Sejauh ini, energi laut lah yang belum dimanfaatkan. Dengan wilayah laut yang mencakup 2/3 dari seluruh wilayah negara, hal ini dapat dijadikan keuntungan bagi Indonesia. Energi laut memiliki banyak variasi – mulai dari energi pasang surut, ombak, arus laut hingga perbedaan suhu lapisan laut. Beberapa daerah di Indonesia memiliki potensi pasang surut yang sangat besar, seperti Bagan Siapi-api (7m) dan pantai selatan Pulau Jawa (5m). Sementara untuk energi panas, efisiensi konversi energi panasnya sebesar 3% dan dapat dihasilkan ±240.000 MW. Lokasi dengan potensi panas laut terbaik berada pada daerah antara 6-9° LS dan 104-109° BT. Daerah-daerah ini memiliki perbedaan suhu antara permukaan dan laut dalam sebesar 22,8°C dengan jarak pengukuran 1.000m. Untuk energi ombak, kekuatan gelombang di tiap daerah di Indonesia bervariasi – dengan yang terkuat mencapai 70 kW/m. Rata-rata kekuatan gelombang di lautan Indonesia berkisar antara 10-20 kW/m. Daerah-daerah seperti pantai barat Pulau Sumatera dan pantai selatan Pulau Jawa memiliki energi sebesar 40 kW/m.

EBT yang memiliki kemungkinan untuk dijadikan sumber energi ialah ombak air laut. Ombak air laut memiliki tenaga yang terbilang kuat untuk digunakan sebagai pasokan energi. Ombak air laut memiliki energi kinetik yang kemudian dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Namun kekuatan ombak tidak selalu konsisten – misal pada saat kondisi laut sedang pasang/surut atau pasca-gempa tengah laut. Oleh karena itu, pembangkit listrik harus memiliki *reservoir* cadangan yang akan mengisi bila kondisi laut sedang pasang. Air *reservoir* tersebut akan kemudian dapat digunakan bila air laut sedang surut. Untuk mengatasi bencana gempa dan kemungkinan tsunami, pembangkit listrik harus dibangun dengan material dan struktur dengan kekakuan yang tinggi.

Untuk memfasilitasi pembangkit listrik tersebut, perlu dibangun fasilitas penelitian energi laut untuk memantau dan mengembangkan pembangkit listrik tersebut. Fasilitas penelitian ini harus terintegrasi dengan pembangkit listriknya – agar pemantauan dan *maintenance* lebih mudah dan cepat. Salah satu cara integrasi antara fasilitas dan pembangkit listriknya ialah dengan memasok daya dari pembangkit itu sendiri. Dengan mengetahui kebutuhan listrik bangunan, tim peneliti dapat melakukan *live observation* di fasilitas tersebut.

Ditinjau dari lokasi, Kabupaten Gunungkidul memiliki *technopark* di Pantai Baron yang meneliti energi terbarukan – namun turbin pembangkit tenaga ombak *technopark* tersebut sedang rusak. Banyak komponen utamanya yang disimpan. Oleh karena itu, Kabupaten Gunungkidul merupakan lokasi yang tepat untuk membangun fasilitas penelitian energi laut dikarenakan 60% pantai selatan Jawa di Yogyakarta terdapat di Gunungkidul. Singkat kata, untuk mengembangkan area pantai Gunungkidul yang masih cenderung rural dan sekaligus mendukung penggunaan energi ombak sebagai alternatif, diperlukan pembangunan fasilitas energi laut dengan PLTO (Pembangkit Listrik Tenaga Ombak).

1.1.2. Latar Belakang Permasalahan

Definisi pembangkit listrik ialah alat/mesin untuk mengubah tenaga mekanis menjadi tenaga listrik (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Sementara fasilitas penelitian terbagi menjadi dua kata. Fasilitas berarti sarana untuk melancarkan pelaksanaan fungsi (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Penelitian berarti suatu kegiatan ilmiah yang didasarkan pada analisis dan konstruksi yang dilakukan secara sistematis, metodologis dan konsisten (Soekanto, 2008). Bila digabungkan, Fasilitas penelitian berarti sarana untuk melakukan suatu kegiatan ilmiah – dalam kasus ini, energi laut. Berdasarkan pengertian diatas, dapat disimpulkan bahwa fasilitas penelitian energi laut dengan PLTO memiliki beberapa fungsi, yaitu :

- a. Sebagai *supplier* energi terbarukan bagi daerah tempat pembangkit listrik dibangun dan juga dapat membantu negara dalam mengurangi emisi karbon
- b. Sebagai pusat informasi dan pembelajaran terkait dengan energi laut
- c. Sebagai pusat pengembangan teknik dan teknologi terkait dengan pembangkit listrik dan memanfaatkan energi air laut

Pembangkit listrik pada umumnya tidak memiliki fasilitas selain *power station*. Hanya benar-benar berupa instalasi pembangkit listrik dengan ruang *power station* lengkap dengan ruang kontrolnya. Petugas ruang kontrol pada umumnya menggunakan sistem *shift* karena instalasi harus dipantau 24/7. Terkadang jika menemui masalah, beberapa petugas turun ke instalasinya untuk mencari tahu apa penyebabnya. Bahkan melakukan perbaikan langsung – dengan bantuan petugas lainnya dari ruang kontrol. Namun, beberapa masalah akan tetap timbul secara berulang-ulang. Hal ini menyebabkan petugas ruang kontrol harus setiap saat

memantaunya. Konsekuensi yang diterima bisa jadi berupa turunya durabilitas instalasi – yang berujung pada turunya efisiensi instalasi. Untuk itu, pembangkit listrik tenaga ombak ini dianjurkan untuk difasilitasi dengan pusat penelitian energi laut. Ini akan mempercepat penyelesaian masalah dan memudahkan peneliti untuk turun ke lapangan – mencari tahu apa penyebab masalahnya. Pada akhirnya, pengembangan instalasi untuk mengatasi masalah-masalah yang akan mungkin timbul menjadi lebih mudah.

Pada umumnya, fasilitas penelitian hanya berisi ruangan-ruangan keperluan penelitian – dengan kantor-kantor untuk urusan administrasinya. Terkadang, fasilitas penelitian seperti ini sukar untuk dikunjungi bila ada rombongan studi lapangan yang datang. Karena *tour guide* pada umumnya dari tim peneliti itu sendiri, riset menjadi sedikit terhambat. Hal ini menimbulkan keengganan masyarakat untuk berkunjung ke fasilitas tersebut. Untuk itu, fasilitas penelitian energi laut ini akan memiliki fungsi tambahan, yaitu sebagai wadah pembelajaran masyarakat mengenai teknologi yang berkisar antara energi laut dan pemanfaatannya – serta tentang energi laut itu sendiri. Fasilitas ini juga akan memiliki *workshop*, dimana masyarakat yang ingin mengetahui langsung bagaimana penelitian di fasilitas berlangsung. Seluruh penelitian (mulai dari tujuan, persiapan, tata cara, alat dan bahan, serta hasil yang akan dicapai) yang ada di laboratorium akan dipublikasikan di *workshop* ini dengan harapan masyarakat dapat lebih mudah dalam memahami segala sesuatu tentang energi laut dan pemanfaatannya.

Sejauh ini, Indonesia sendiri masih belum memiliki fasilitas penelitian yang memadai. Hampir seluruh fasilitas yang ada dipayungi oleh universitas-universitas di Indonesia. Hal inilah yang mengakibatkan lambatnya perkembangan IPTEK negara. Beberapa fasilitas penelitian yang berdiri sendiri juga tidak mendapat perhatian pemerintah – yang kemudian akhirnya menyusut karena masalah ekonomi. Maka dari itu, fasilitas penelitian energi laut ini akan membutuhkan bantuan dari pemerintah setempat untuk merealisasikan tujuannya. Dengan harapan bahwa masyarakat yang haus akan ilmu tentang kelautan dapat mengunjungi fasilitas ini.

Dari segi arsitektur, fasilitas penelitian pada umumnya tidak mementingkan wujud bangunan itu sendiri karena fasilitas-fasilitas tersebut hanya untuk kepentingan penelitian. Beberapa fasilitas penelitian yang terbuka untuk publik

memiliki wujud yang jauh lebih tertata dan interior yang lebih menarik. Fasilitas penelitian yang terbuka untuk publik juga memiliki penataan ruang luar, seperti taman, kolam dan instalasi terbuka – biasanya akan menjadi *open space* yang digunakan masyarakat untuk sekedar rekreasi.

Mengingat fasilitas ini bertujuan untuk menambah wawasan masyarakat akan energi laut dan menambah penggunaan energi alternatif, serta terletak di ujung pantai, akan dibutuhkan fasilitas penelitian energi laut yang didukung PLTO dengan *workshop* penelitian dan *open space* yang memanfaatkan kondisi pantai terpilih.

1.2. Rumusan Permasalahan

- a. Bagaimana wujud fasilitas penelitian energi laut di Pantai Baron, Gunungkidul dengan pendekatan arsitektur berbasis teknologi penyerap energi melalui fasad bangunan penyerap energi yang dapat mendukung penggunaan energi terbarukan khususnya energi laut?

1.3. Tujuan dan Sasaran

1.3.1. Tujuan

Mewujudkan fasilitas penelitian energi laut dengan pembangkit listrik tenaga ombak agar menjadi tempat pengembangan teknologi pembangkit listrik tenaga ombak yang memadai sekaligus sebagai tempat edukasi terbuka bagi masyarakat sekitar – bahkan seluruh Indonesia.

1.3.2. Sasaran

- a. Studi terkait pengolahan ruang dalam sebuah fasilitas penelitian – khususnya untuk penelitian energi laut
- b. Studi terkait perhitungan energi yang didapat dari pembangkit listrik tenaga ombak
- c. Studi terkait pengelolaan pembangkit listrik tenaga ombak dan perawatannya

1.4. Lingkup Studi

1.4.1. Materi Studi

- Lingkup Spasial

Lingkup pembahasan yang didasarkan pada permasalahan kurangnya penggunaan energi terbarukan (EBT) di Gunungkidul meski memiliki banyak potensi EBT yang kemudian diusulkan pembangunan fasilitas riset energi laut dengan pembangkit listrik tenaga ombak sesuai dengan analisis tapak dan potensi sekitar.

- **Lingkup Substansial**

Lingkup pembahasan ini meliputi aktivitas, kebutuhan ruang, kriteria fungsionalitas fasilitas, pengelolaan energi dan elemen estetika.

- **Lingkup Temporal**

Desain fasilitas ini diharapkan dapat membantu negara dalam mengurangi emisi karbon dengan memberikan solusi energi alternatif dan memberi wawasan kepada masyarakat luas akan keberadaan dan pemanfaatan energi laut di Gunungkidul.

1.4.2. Pendekatan Studi

Tujuan yang ingin dicapai dari usulan rancangan fasilitas penelitian ini adalah hadirnya energi alternatif baru bagi masyarakat Gunungkidul yang akan terus dikembangkan untuk menyeimbangkan kebutuhan energi dengan produksinya.

1.5. Metode Studi

1.5.1. Pengumpulan Data

- a. **Studi Literatur**

Mencari sumber data berupa buku, jurnal, artikel maupun bahan tertulis lain yang terkait dengan fasilitas penelitian energi laut dan pembangkit listrik energi ombak. Studi literatur diperoleh dengan membaca bahan tertulis maupun melalui internet yang memiliki keterkaitan dengan fasilitas penelitian energi laut dan pembangkit listrik tenaga ombak.

- b. **Studi Observasi**

Melakukan penelitian dan peninjauan langsung di Kabupaten Gunungkidul agar dapat mengoleksi data secara langsung pada objek yang terpilih.

1.5.2. Analisis

Mengidentifikasi dan mengolah data terkait fasilitas penelitian energi laut dengan pembangkit listrik energi ombak yang telah diperoleh dari studi literatur maupun studi observasi terhadap latar belakang tipologi bangunan serta permasalahan yang kemudian dianalisis sehingga mendapat sebuah konsep rancangan yang sesuai dengan proyek ini.

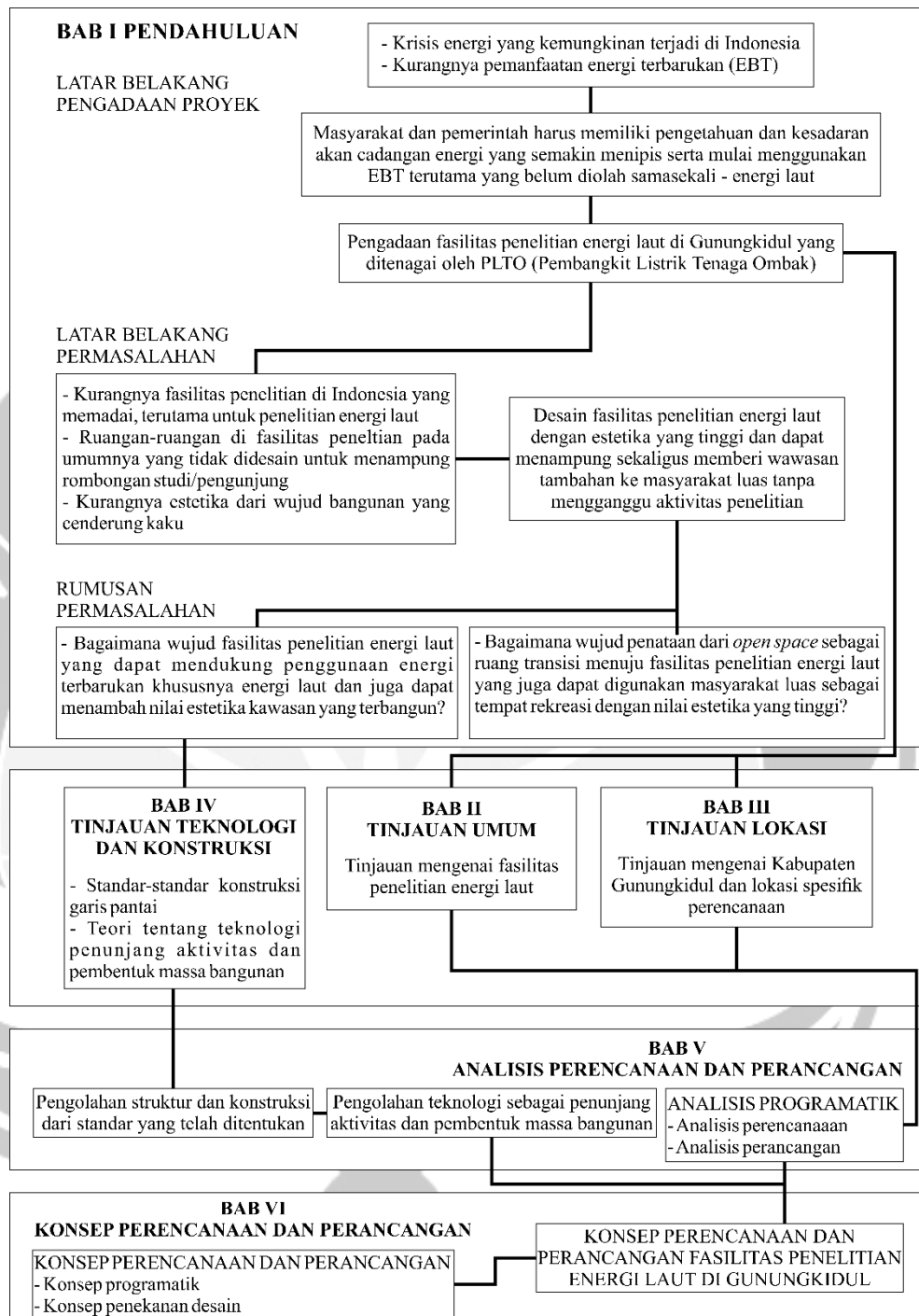
1.5.3. Penarikan Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan mencocokkan data yang telah diperoleh dengan alternatif konsep desain yang muncul pada tahap analisis, kemudian dicocokkan dengan kondisi tapak dan karakteristik pengguna bangunan. Pada akhirnya akan dapat ditemukan konsep yang tepat dan cocok untuk diterapkan ke dalam fasilitas penelitian energi laut dengan pembangkit listrik tenaga ombak ini.

1.5.4. Skema Tata Langkah

Untuk menyusun penulisan mengenai fasilitas penelitian energi laut di Gunungkidul ini diperlukan penyusunan tata langkah penulisan. Tata langkah ini digunakan untuk mempermudah penyusunan penulisan :

Diagram 2.5 Skema Tata Langkah Penulisan



Sumber : Penulis, 2017

1.6. Keaslian Penulisan

Untuk mengetahui keaslian penulisan tentang fasilitas penelitian energi laut di Gunungkidul ini, dilakukan kajian mengenai skripsi yang membahas mengenai permasalahan sejenis. Skripsi-skripsi yang didapat merupakan skripsi yang telah

dibuat bersumber dari berbagai universitas di Indonesia. Berikut skripsi-skripsi yang membahas permasalahan yang sejenis :

Tabel 1.1 Keaslian Penulisan

Judul	Tahun	Penulis	Isi
Perancangan Balai Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan di Kabupaten Gresik	2015	Hanif Alfanafi	Indonesia masih memiliki banyak kekayaan alam yang belum diolah. Laut Indonesia menjadi salah satu dengan potensi yang sangat besar. Untuk mengolahnya, dibutuhkan fasilitas penelitian dan pengembangan kelautan dan perikanan yang juga bertujuan untuk memajukan ilmu kelautan dan perikanan di masyarakat.
Redesain Pusat Penelitian dan Konservasi Ilmu Kelautan FPIK UNSRAT di Minahasa Utara	2014	Stenly A. Lumowa	Sejauh ini, mayoritas kondisi fasilitas-fasilitas penelitian dan konservasi kelautan di Indonesia masih belum memadai. Banyak peneliti yang mengeluh tentang fasilitas yang hampir tidak pernah ada peningkatan. Untuk mengatasi hal tersebut, penulis mengambil salah satu pusat penelitian dan konservasi kelautan di Minahasa Utara untuk didesain ulang.

1.7. Sistematika Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan sasaran, lingkup studi, metode studi, pola pikir dan sistematika laporan.

BAB II TINJAUAN UMUM FASILITAS PENELITIAN ENERGI LAUT

Bab ini berisi mengenai fasilitas penelitian secara umum – pelaku, aktivitas dan ruang-ruang esensial, serta tentang fasilitas penelitian secara spesifik yang meneliti energi laut.

BAB III TINJAUAN LOKASI

Bab ini membahas tentang lokasi pembangunan dari aspek hukum dan kebijakan, ekonomi serta geografis.

BAB IV TINJAUAN TEKNOLOGI FASAD ABSORBAN ENERGI

Bab ini membahas tentang teknologi-teknologi yang diterapkan pada fasad bangunan sebagai alternatif dan adisi penyerapan energi untuk bangunan untuk mendukung aktivitas di dalam bangunan.

BAB V ANALISIS PERENCANAAN DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi mengenai pelaku, aktivitas, ruang dan besarannya serta peletakkannya dalam sebuah fasilitas penelitian energi laut dengan pembangkit listrik tenaga ombak.

BAB VI KONSEP PERENCANAAN DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi mengenai konsep perencanaan dan perancangan fasilitas penelitian energi laut dengan pembangkit listrik tenaga ombak berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya.

