

[Banyak orang yang suka bertamasya ke pantai. Mereka senang melihat bi-ru-nya laut dan gelombang laut yang menggulung-gulung. Betapa indahna pe--mandangan tersebut. Gerakan per-mukaan air laut yang turun naik juga bisa menghibur bagi yang menyaksikannya. Betapa hebat gelombang laut yang tak henti-henti bergerak. Ternyata di balik gelombang laut itu terdapat energi yang bisa dimanfaatkan. Kini gelombang laut telah dimanfaatkan sebagai sumber energi pembangkit listrik. Memang berbicara pembangkit listrik tenaga gelombang laut \(PLTGL\) kurang begitu populer. Sejumlah negara telah membangun PLTGL, tetapi jumlah masih sedikit. Sebenarnya PLTGL bukanlah sesuatu yang baru. Berdasarkan sejarahnya, memanfaatkan gelombang laut sebagai sumber energi listrik telah dilakukan sejak abad ke-18. Berdasarkan catatan se-jarah, Girard dan anaknya dari Prancis telah menggunakan energi gelombang laut. Selanjutnya pada 1919, Bochaux-Praceique telah memanfaatkan gelombang laut untuk menggerakkan alat pembangkit listrik untuk menerangi lampu rumahnya di Royan, dekat Boedeaix, Prancis. Apa yang dilakukannya telah menunjukkan kemajuan teknologi dalam pemanfaatan energi gelombang laut. Bahkan dia telah menggunakan perangkat teknologi yang diberi nama Oscillating Water Column untuk pertama kalinya. Tak hanya di Prancis, kalangan ilmuwan mencoba memanfaatkan energi gelombang laut. Dari 1855 hingga 1973 tercatat sekitar 340 paten mengenai teknologi pemanfaatan gelombang laut di Inggris. Penggunaan teknologi yang ilmiah dan modern untuk memanfaatkan energi gelombang laut dirintis oleh peneliti Jepang Yoshio Masuda pada 1940-an. Dia telah mengetes berbagai konsep dari perangkat yang memanfaatkan energi gelombang laut. Ratusan unit alat pembangkit dites untuk menghasilkan listrik yang bisa menyalakan lampu. Pada 1950, Masuda telah menghasilkan konsep yang juga maju. Tetapi sayangnya pengembangan teknologi yang memanfaatkan gelombang laut kurang mendapat respons. Seiring perjalanan waktu pada 1973, du-nia dilanda krisis minyak. Krisis ba-han bakar dari fosil itu kembali men--dorong dan memacu peneliti dari berbagai universitas mencoba mengembangkan pembangkit listrik tenaga gelombang laut. Peneliti itu di antaranya Stephen Salter dari Edinburgh University, Johannes Falnes dari Norwegian Institute of Technology, Michael E. McCormick dari U. S. Naval Academy, David Evans dari Bristol University, Michael French from University of Lancaster, John Newman, serta Chiang C. Mei dari MIT. Pembangkit listrik tenaga gelombang telah dikembangkan di Jerman. Per-usaha-an Energie Baden-Wuttemberg Ag \(EnBW\) bekerja sama dengan Vorth Siemen Hydro Power Generation GmbH & Co. Bermula dari EnBW melihat potensi untuk pembangkit gelombang di pantai Laut Utara. Akhirnya pemerintah Jerman merancang pilot project pembangkit listrik tenaga gelombang. Pembangkit listrik tenaga gelombang laut \(PLTGL\) yang telah berjalan adalah PLTGL Limpet dikelola oleh Wavegen, anak perusahaan Vorth Siemen yang berbasis di Inggris. PLTGL Limpet mampu memproduksi listrik 500 kwh. Pembangkit tersebut menggunakan teknologi Oscillating Water Column \(OWC\) yang mengubah energi gelombang menjadi udara pendorong untuk menggerakkan turbin. Sementara itu, PLTGL yang di Jerman akan memiliki kapasitas 250 kWh. Dengan kapasitas tersebut, PLTGL tersebut dapat mengaliri listrik ke 120 rumah. Pemerintah Jerman berharap pembangunan PLTG tersebut tidak mengganggu lingkungan sekitar pantai. Oleh karena itu, EnBW menjalin kerja sama dengan proyek konservasi pantai agar pembangunan PLTGL tidak merusak keindahan alam daerah sepanjang pantai. Pembangkit listrik gelombang laut komersial juga dikembangkan di 'Negeri Kanguru'. Pusat PLTGL itu terletak di lepas pantai Australia. Pembangkit dengan terobosan teknologi yang masih langka itu telah memasok kebutuhan listrik sekitar 500 rumah yang berada di daerah Selatan Sydney, Australia. Listrik baru bisa dihasilkan PLTGL jika gelombang laut datang menerpa corong yang](#)

menghadap ke lautan. Gerakan tersebut mengalirkan udara melalui dan masuk menggerakkan turbin. Dari putaran turbin tersebut, sebanyak 500 kWh daya listrik dihasilkan setiap hari dan langsung disalurkan ke rumah-rumah. Pusat PLTGL yang di Australia merupakan proyek percontohan. Pemerintah Australia berencana membangun PLTGL yang lebih besar dan menghasilkan listrik lebih kuat di pantai selatan Australia. Dengan pembangunan PLTGL, para ahli teknologi PLGL Australia pun mendapat banjir order untuk membangun PLTGL di beberapa negara. Hawaii, Spanyol, Afrika Selatan, Chile, Meksiko, dan Amerika Serikat juga tertarik. Perusahaan yang mengelola PLTGL, Energetech mengaku pembangkit yang masih jarang dikembangkan memiliki banyak keuntungan. John Bell, Direktur Keuangan Energetech mengatakan energi gelombang laut merupakan energi yang tidak pernah habis jika dibandingkan sumber energi lainnya. Energi gelombang laut tidak berbeda dengan energi dari matahari dan angin. Energi gelombang laut adalah sa-tu potensi laut dan samudra yang belum banyak bisa menghasilkan listrik. Negara yang melakukan penelitian dan pengembangan potensi energi samudra untuk menghasilkan listrik adalah Inggris, Australia, Perancis, dan Jepang. Tiga Tipe Energi Secara umum, potensi energi gelombang laut dapat menghasilkan listrik dapat dibagi menjadi tiga tipe potensi energi yaitu energi pasang surut (tidal power), energi gelombang laut (wave energy), dan energi panas laut (ocean thermal energy). Energi pasang surut merupakan energi yang dihasilkan dari pergerakan air laut akibat perbedaan pasang surut. Energi gelombang laut adalah energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya. Sedangkan energi pa-nas laut memanfaatkan per-be-daan temperatur air laut di permukaan dan di kedalaman. Indonesia belum pemanfaatan energi gelombang laut sebagai sumber listrik. Memang Indonesia dengan wilayahnya yang luas, memiliki potensi mengembangkan PLTGL. Namun untuk merealisasikan hal tersebut perlu di-la--kukan penelitian lebih mendalam. Te-tapi secara sederhana dapat dilihat bah-wa probabilitas menemukan dan memanfaatkan potensi energi gelombang laut dan energi panas laut lebih besar dari energi pasang surut. Pada dasarnya pergerakan laut yang menghasilkan gelombang laut terjadi akibat dorongan pergerakan angin. Angin timbul akibat perbedaan tekanan pada 2 titik yang diakibatkan oleh respons pemanasan udara oleh matahari yang berbeda di kedua titik tersebut. Dengan sifat tersebut, energi gelombang laut dapat dikategorikan sebagai energi terbarukan. Gelombang laut secara ideal dapat dipandang berbentuk gelombang yang memiliki ketinggian puncak maksimum dan lembah minimum. Pada selang waktu tertentu, ketinggian puncak yang dicapai serangkaian gelombang laut berbeda-beda. Ketinggian puncak ini berbeda-beda untuk lokasi yang sama jika diukur pada hari yang berbeda. Meskipun demikian, secara statistik dapat ditentukan ketinggian signifikan gelombang laut pada satu titik lokasi tertentu. Ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang fetch pembangkitannya. Fetch adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. Fetch ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak fetch-nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar. Gelombang yang menjalar dari laut dalam (deep water) menuju ke pan-tai akan mengalami perubahan bentuk disebabkan adanya perubahan ke-dalaman laut. Apabila gelombang bergerak mendekati pantai, pergerakan gelombang di bagian bawah yang berbatasan dengan dasar laut akan melambat. Ini adalah akibat dari gesekan antara air dan dasar pantai. Sementara itu, bagian atas gelombang di permukaan air akan terus melaju. Semakin menuju ke pan-tai, puncak gelombang akan semakin tajam dan lembahnya akan se-makin datar. Fenomena ini yang

menyebabkan gelombang tersebut kemudian pecah. Bila waktu yang diperlukan untuk terjadi sebuah gelombang laut dihitung dari data jumlah gelombang laut yang teramati pada sebuah selang ter-tentu, dapat diketahui potensi energi gelombang laut di titik lokasi tersebut. Potensi energi gelombang laut pada satu titik pengamatan dalam satuan kWh per meter berbanding lurus dengan setengah dari kuadrat ketinggian signifikan dikali waktu yang diperlukan untuk terjadi sebuah gelombang laut. Berdasarkan perhitungan ini dapat diprediksikan berbagai potensi energi dari gelombang laut di berbagai tempat di dunia. Dari data tersebut, diketahui bahwa pantai barat Pulau Sumatera bagian selatan dan pantai selatan Pulau Jawa bagian barat berpotensi memiliki energi gelombang laut sekitar 40 kw/m. Pada dasarnya prinsip kerja teknologi yang mengkonversi energi gelombang laut menjadi energi listrik adalah mengakumulasi energi gelombang laut untuk memutar turbin generator. Karena itu, sangat penting memilih lokasi yang secara topografi memungkinkan akumulasi energi. Meskipun penelitian untuk mendapatkan teknologi yang optimal dalam mengonversi energi gelombang laut masih terus dilakukan. Alternatif teknologi yang diprediksikan tepat dikembangkan di pesisir pantai selatan Pulau Jawa adalah teknologi Tapered Channel (Tapchan). Prinsip teknologi ini cukup sederhana, gelombang laut yang datang disalurkan memasuki sebuah saluran runcing yang berujung pada sebuah bak penampung yang diletakkan pada sebuah ketinggian tertentu. Air laut yang berada dalam bak penampung dikembalikan ke laut melalui saluran yang terhubung dengan turbin generator penghasil energi listrik. Adanya bak penampung memungkinkan aliran air penggerak turbin dapat beroperasi terus menerus dengan kondisi gelombang laut yang berubah-ubah. Teknologi ini tetap memerlukan bantuan mekanisme pasang surut dan pilihan topografi garis pantai yang tepat. Teknologi ini telah dikembangkan sejak 1985. Alternatif teknologi pembangkit tenaga gelombang laut yang lebih banyak dikembangkan adalah teknik osilasi kolom air (oscillating water column). Proses pembangkitan tenaga listrik dengan teknologi ini melalui 2 tahapan proses. Gelombang laut yang datang menekan udara pada kolom air yang diteruskan ke kolom atau ruang tertutup yang terhubung dengan turbin generator. Tekanan tersebut menggerakkan turbin generator pembangkit listrik. Sebaliknya, gelombang laut yang meninggalkan kolom air diikuti oleh gerakan udara dalam ruang tertutup yang menggerakkan turbin generator pembangkit listrik. Variasi prinsip teknologi ini dikembangkan di Jepang dengan nama might whale technology. Di Skotlandia, Inggris Raya, telah dibangun pembangkit tenaga gelombang laut yang menggunakan teknologi ini. Pembangkit yang selesai dibangun pada 2000 ini dilengkapi listrik sampai 500 kW. Selain itu, di Denmark dikembangkan pula teknologi pembangkit tenaga gelombang laut yang disebut wave dragon, prinsip kerjanya mirip dengan tapered channel. Perbedaannya pada wave dragon, saluran air dan turbin generator diletakkan di tengah bak penampung sehingga memungkinkan pembangkit dipasang tidak di pantai. Pembangkit-pembangkit tersebut kemudian dihubungkan dengan jaringan transmisi bawah laut ke konsumen. Hal ini menyebabkan biaya instansi dan perawatan pembangkit ini mahal. Meskipun demikian pembangkit ini tidak menyebabkan polusi dan tidak memerlukan biaya bahan bakar karena sumber penggeraknya energi alam yang bersifat terbarukan.