

Potensi Rancang Bangun Platform Tepi/Lepas Pantai Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Berbasis Material PZT (Piezoceramics)

Wibowo H. Nugroho¹

Abstrak

Krisis energi listrik telah menghampiri Indonesia, oleh sebab itu perlu dipikirkan sumber energi baru yang tepat, berlimpah dan terbarukan. Salah satu pilihan terbaik untuk negeri kepulauan ini adalah energi gelombang laut. Penulisan ini menggambarkan potensi dari sistem penghasil tenaga listrik yang ramah lingkungan dengan menerapkan pemakaian keping – keping Piezoceramics (Lead Zirconate Titanate / PZT) pada fix platform di pantai / lepas pantai untuk nantinya secara langsung akan mengkonversi beban gelombang menjadi energi listrik yang akan disimpan kedalam sejumlah baterai dimana selanjutnya dapat di distribusi ke darat. Hal ini mungkin dilakukan karena material PZT ini akan menghasilkan beda potensial jika diberi gaya mekanik. Konsep dari pembangkit listrik ini adalah jika gelombang datang buoy bola baja tersebut akan terseret menghantam platform sehingga muncul gaya impact berupa pulsa stress pada struktur platform dan menghasilkan regangan pada keping – keping PZT yang terpasang dengan demikian tentunya akan menghasilkan medan listrik yang selanjutnya dapat didistribusi langsung melalui jaringan atau disimpan pada baterai yang telah dipersiapkan.

Kata kunci : Lead Zirconate Titanate (PZT), beban gelombang, buoy bola baja

Abstract

At this moment Indonesia is experiencing an electrical energy shortage. As an archipelago country the significant energy source and renewable are the ocean waves. Given that the 2/3 of area of Indonesia covered by the sea, it makes sense to explore new technologies associated with the conversion of wave energy into electrical energy. This paper describes a potential ocean waves electrical power generation based on Lead Zirconate Titanate (PZT) patches on the fixed offshore platform. This is possible because this PZT material will generate a voltage when a mechanical force is applied. This power generation concept can be explained as follows when the ocean wave comes it will hit the steel sphere buoy that moored closed to the platform. The buoy will be directed to the platform using a rail or confined cylinder then it will collide with the platform. The collision between buoy and the platform will produce a mechanical force at the PZT patches that installed on the platform. Because of the ocean waves is continuously coming this whole process is repeated. Hence, the electricity can be produced.

Keywords : Lead Zirconate Titanate (PZT), wave loads, steel sphere buoy

PENDAHULUAN

Mengingat krisis energi listrik yang terjadi di Indonesia saat ini, maka perlu dipikirkan sumber –

sumber energi listrik baru dan murah untuk diterapkan. Salah satu sumber energi yang berlimpah dan terbarukan di negeri kepulauan ini adalah gelombang laut karena luas lautan yang dimiliki Indonesia sebesar

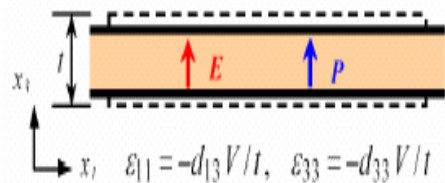
1. UPT BPPH-BPPT, Surabaya

2/3 dari luas negara. Menurut penelitian menunjukkan bahwa 1 meter dari muka gelombang (wave front) dapat menghasilkan daya sekitar 100kW, tetapi besarnya energi yang dihasilkan tersebut hilang begitu saja ke pantai. Ada banyak cara untuk mengkonversi energi gelombang laut ke tenaga listrik dari yang konvensional dengan menggunakan pergerakan sistem daun turbin atau piston- horisontal hingga yang lebih maju dari itu. Karena itu penelitian dan pengembangan konversi energi gelombang laut ke energi listrik sangat layak dikembangkan di Indonesia. Proposal ini mengusulkan penggunaan plat – plat Lead Zirconate Titanate/ Piezoceramics (PZT) yang di pasang pada fix platform di pantai yang nantinya secara langsung akan mengkonversi gaya gelombang menjadi energi listrik yang akan disimpan kedalam sejumlah baterai atau jaringan langsung dimana selanjutnya dapat di distribusi ke darat. Sistem pembangkit berbasis PZT ini juga ramah lingkungan karena tidak diperlukannya penggunaan minyak pelumas untuk bantalan- bantalan yang bergerak seperti pada pembangkit listrik tenaga gelombang konvensional.

Sekilas Material PZT

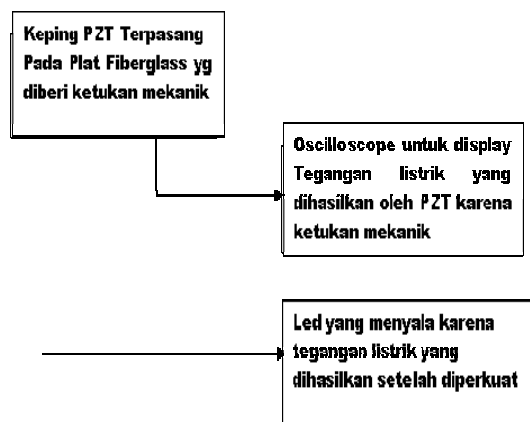
Dalam penulisan ini kemampuan untuk membangkitkan tenaga listrik akan diperlihatkan dengan penggunaan sensor yang berasal dari satu jenis material cerdas (smart material) yaitu Lead Zirconate Titanate (PZT). Material ini dikatakan cerdas karena PZT ini akan menghasilkan beda potensial jika diberi gaya mekanik dan juga sebaliknya jika diberi beda potensial akan menghasilkan gaya mekanik berupa regangan atau “strain”. Aplikasi dari material PZT pada fix platform di tengah laut atau pantai untuk menghasilkan tenaga listrik sangat potensial, karena hampasan gelombang terhadap plat platform yang dipasang lempengan PZT akan mengalami tegangan struktur (stress). Tegangan pada struktur platform ini menurut hukum hooke akan menghasilkan regangan. Regangan struktur yang terjadi secara periodis juga akan menghasilkan perubahan regangan pada keping – keping PZT yang terpasang sehingga akan menghasilkan tegangan listrik sebesar $E_{13} = (1/d_{13})\epsilon_1$ dimana d_{13} adalah konstanta regangan piezoelectric dan berhubungan dengan regangan axial terhadap aliran listrik transversal. Sebagai tambahan medan listrik juga

terjadi secara normal transversal sebesar $E_{33} = (1/d_{33})\epsilon_3$, dimana d_{33} konstanta regangan piezoelectric dan berhubungan dengan regangan transversal normal terhadap aliran listrik transversal. Sebagai contoh nilai untuk koefisien PZT-5A, d_{33} , d_{13} adalah 584×10^{-12} m/V, -171×10^{-12} m/V. PZT biasanya dipergunakan sebagai aktuator maupun sensor, dimana 1 dimana PZT ditempelkan pada permukaan dari sebuah struktur seperti yang diperlihatkan pada Gambar.1,



Gambar 1. Reaksi PZT atas gaya mekanik dan elektrik

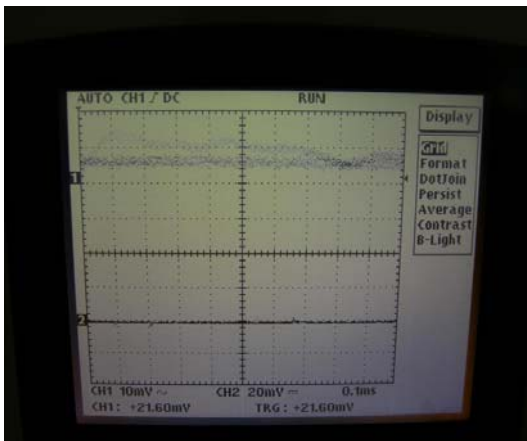
Sebagai informasi awal, para perekayasa di kelompok hidroelastisitas, UPT BPPH, BPPT telah melakukan eksperimen sederhana yang menunjukkan kemampuan keping PZT menghasilkan tenaga listrik dengan memberikan ketukan mekanis pada plat fiberglass yang telah di pasang PZT. Set – up eksperimen tersebut diperlihatkan pada Gambar 2. Foto – foto dari komponen – komponen percobaan seperti plat fiberglass yang dipasangi PZT dan hasil keluaran medan listrik yang terlihat pada oskiloskop yang telah diperkuat untuk menyalakan lampu led ditunjukkan pada Gambar 3, 4 dan 5.



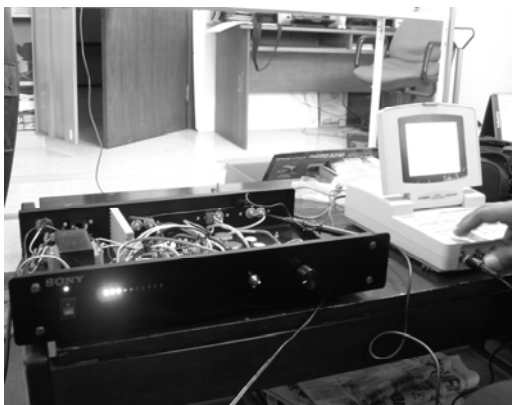
Gambar 2. Skema eksperimen sederhana di UPT – BPPH



Gambar 3. Keping PZT pada Plat Fiberglass



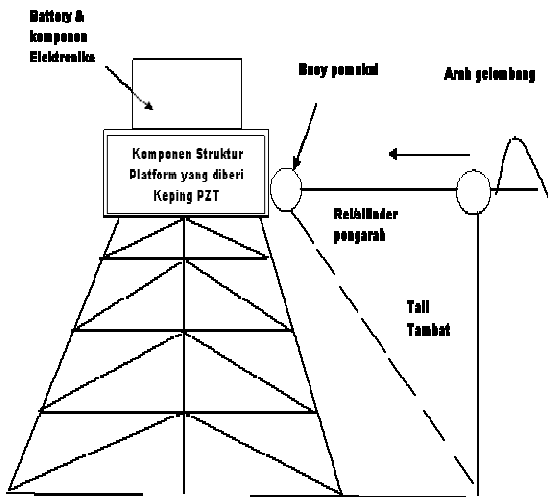
Gambar 4. Tegangan Listrik hasil dari ketukan mekanik pada plat fiberglass ber PZT



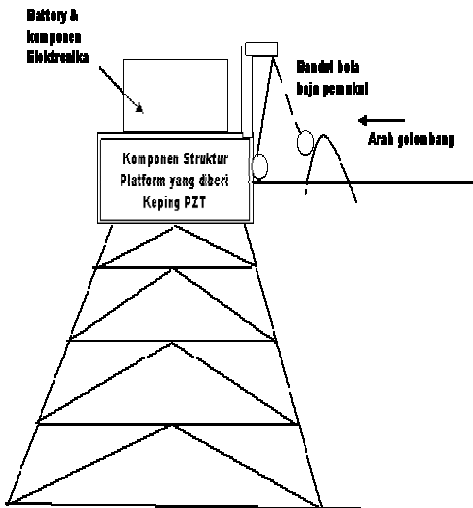
Gambar 5. Tegangan Listrik yang diperkuat untuk menyalakan led

Platform Lepas Pantai Pembangkit Listrik

Untuk menghasilkan stress pada struktur platform dimana rangkaian keping PZT telah terpasang diperlukan semacam pemukul yang menghantam platform tersebut. Pada bagian ini dipaparkan konsep pemukul dari platform pembangkit listrik tenaga gelombang berbasis PZT. Ada dua alternatif yang diusulkan yaitu (1) penggunaan buoy – buoy pemukul baja terhadap struktur platform dan (2) penggunaan bandul pemukul platform. Pada alternatif pertama yaitu penggunaan buoy – buoy baja berbentuk bola yang ditambat di dekat platform. Pada konstruksi platform ini dipasangkan rel – rel atau lorong – lorong pengarah buoy pemukul. Sistem tambat buoy dipakai sistem taut mooring dengan scope yang diperhitungkan sehingga buoy bola baja setelah menghantam platform akan kembali ke posisi semula. Konsep pembangkit listrik ini di tunjukkan pada Gambar 5, dimana pada gambar tersebut memperlihatkan jika gelombang datang buoy bola baja tersebut akan terseret menghantam platform sehingga muncul gaya impak yang berupa pulsa stress pada struktur platform serta menghasilkan regangan pada keping – keping PZT yang terpasang dengan demikian menghasilkan medan listrik yang selanjutnya dapat disimpan pada baterai yang telah dipersiapkan. Pada alternatif kedua yaitu berupa penggunaan bandul baja berbentuk bola yang dipasang pada platform tersebut. Pada konstruksi platform ini dipasangkan pemegang bandul baja. Sistem pemegang bandul bola baja ini dapat diatur sesuai dengan ketinggian permukaan laut. Dengan konstruksi yang demikian diharapkan seluruh energi permukaan gelombang dapat dipindahkan menjadi energi mekanik yang memukul platform. Konsep dari pembangkit listrik ini di tunjukkan pada Gambar 6, dimana pada gambar tersebut memperlihatkan jika gelombang datang bandul bola baja tersebut akan mengayun menghantam platform sehingga muncul gaya impak yang berupa pulsa stress pada struktur platform serta menghasilkan regangan pada keping – keping PZT yang terpasang dengan demikian menghasilkan medan listrik yang selanjutnya dapat disimpan pada baterai yang telah dipersiapkan. Sebelum diterapkan di lapangan akan dilakukan kajian model testing dahulu di kolam uji UPT – BPPH, dari hasil pengujian ini nantinya akan dihasilkan dimensi struktur platform – keping PZT – serta buoy dan bandul baja pemukul yang optimum.



Gambar 6. Konsep pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis material PZT memakai buoy pemukul platform



Gambar 7. Konsep pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis material PZT memakai buoy pemukul platform memakai bandul bola baja

Kesimpulan & Rekomendasi

Secara umum dapat disimpulkan bahwa gelombang laut dapat menghasilkan energi yang sangat besar. Energi yang belum terekplorasi ini jika dapat dimanfaatkan tentunya akan memberikan

kontribusi terhadap krisis energi listrik di Indonesia. Pada penulisan ini ditampilkan konsep pembangkit listrik tenaga gelombang laut berbasis material PZT. Keunggulan dari sistem ini adalah biaya perawatan yang murah karena sistem perawatan yang sederhana karena hanya diperlukan pemasangan plat – plat berkeping PZT yang akan langsung mengkonversi energi mekanik gelombang ke energi listrik dan juga ramah lingkungan karena tidak adanya komponen sistem bergerak yang menggunakan minyak pelumas yang dapat mengakibatkan polusi di laut apabila terjadi kebocoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya, R,” Dynamics of Marine Vehicles”, John Wiley & Sons Inc(1978)
- Bronowicki, A. J, ” Design and Implementations of Active Structures”, TRW Space & Technology Division
- Hallam,M.G, Heaf, N.J, Wooton,L.R,” Dynamics of Marine Structures”, Ciria Underwater Engineering Group, London (June 1977)
- Senthil S. Vel1 Brian P. Baillargeon,” ACTIVE VIBRATION SUPPRESSION OF SMART STRUCTURES USING PIEZOELECTRIC SHEAR ACTUATORS “,*Proceedings of the 15th International Conference on Adaptive Structures and Technologies, Bar Harbor, Maine, October 24-27, 2004*
- www.piezo.com