

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Penyediaan energi dimasa depan merupakan permasalahan yang senantiasa menjadi perhatian semua bangsa, karena bagaimanapun juga kesejahteraan manusia dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Bagi Indonesia yang merupakan salah satu negara sedang berkembang, penyediaan energi merupakan faktor yang sangat penting dalam mendorong pembangunan. Seiring dengan meningkatnya pembangunan, terutama pembangunan di sektor industri, pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan energi terus meningkat.

Sampai saat ini, minyak bumi masih merupakan sumber energi yang utama dalam memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Selain untuk memenuhi kebutuhan energi di dalam negeri, minyak bumi juga berperan sebagai komoditi penghasil penerimaan negara. Peranan minyak bumi yang besar tersebut terus berlanjut, sedangkan cadangan semakin menipis. Dilain pihak harga minyak bumi sangat sulit untuk diperkirakan, sebagai akibat banyaknya faktor tak menentu yang berpengaruh.

Menyadari ketergantungan yang sangat besar terhadap minyak bumi tersebut, maka diperlukan upaya untuk menekan pertumbuhan penggunaan minyak bumi dengan cara menggali dan memanfaatkan sumber-sumber energi alternatif yang tersedia. Penyediaan sumber-sumber energi alternatif di dalam negeri terus dikembangkan, akan tetapi masih belum banyak berperan. Potensi energi dan sumber daya mineral yang kita miliki dapat kita lihat pada tabel 1.

Dua sumber energi yang dianggap dapat memenuhi penyediaan energi untuk jangka panjang adalah batu bara dan gas bumi. Akan tetapi, ketersediaan kedua sumber energi tersebut juga mempunyai jangka waktu tertentu. Misalnya saja batu bara, yang akan habis untuk beberapa ratus tahun ke depan. Begitu pula untuk sumber energi gas, tidak jauh berbeda dengan batu bara. Selain itu, sumber-sumber energi tersebut

mempunyai dampak yang serius terhadap lingkungan. Produksi karbondioksida dan sulfurdioksida dapat berdampak buruk terhadap atmosfer.

Tabel 1.1 Potensi Energi dan Sumber Daya Mineral

POTENSI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL				
Jenis Energi Fossil	Sumber Daya	Cadangan	Produksi (Per tahun)	RasioCAD/Prod (tanpa eksplorasi) Tahun
Minyak	86,9 miliar barrel	5,8 miliar barrel	500 juta barrel	11
Gas	384,7 TSCF	90 TSCF	2,9 TSCF	30
Batu Bara	5 miliar ton	5 miliar ton	160 juta ton	31
Energi Nonfossil	Sumber Daya	Setara	Pemanfaatan	Kapasitas Tarpasang
Air	845,00 juta BOE	75,67 GW	6.851,00 GWh	4.200,00 MW
Panas Bumi	219,00 juta BOE	27,00 GW	2.593,50 GWh	800,00 MW
Mini/Mikro Hidro	458,75 MW	458,75 MW	-	54,00 MW
Biomassa	-	49,61 GW	-	302,40 MW
Matahari	-	4,80 Kwh/m2/hari	-	5,00 MW
Angin	-	9,29 GW	-	0,5 MW

TSCF : triliun standard kaki kubik, BOE : barrel oil ekuivalen

GW : Gigawatt, kWh : kilowatt kali jam

GWh : gigawatt kali jam, Mw : megawatt

(sumber : Harian Kompas, Kamis 17 Februari 2005)

Selain permasalahan diatas, pemenuhan kebutuhan energi listrik di daerah pedesaan dan pelosok juga masih menemui berbagai macam kendala. Kendala geografis merupakan faktor utama tidak terpenuhinya kebutuhan masyarakat desa terpencil. Letak geografis yang bergunung-gunung serta jauh dari jangkauan pelayanan menjadikan biaya serta resiko pemasangan jaringan listrik menjadi sangat tinggi.

Dengan mempertimbangkan segala aspek tersebut, sumber energi yang berasal dari angin ataupun bentuk energi matahari lainnya mempunyai peluang yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan energi, utamanya energi listrik.

Angin merupakan salah satu bentuk dari energi matahari yang disebabkan oleh pemanasan atmosfer bumi yang tidak merata, ketidakaturan bentuk permukaan bumi dan rotasi bumi. Pola aliran angin dipengaruhi pula oleh daratan, lautan atau perairan dan vegetasi. Dengan turbin angin, angin dapat diubah menjadi energi listrik dengan cara menghubungkan *rotating blades* ke *generator*.

Untuk mendapatkan daya keluaran atau *power* dari *generator* yang relatif stabil, maka diperlukan input kecepatan putar *rotor* yang relatif stabil pula. Untuk

mendapatkan kecepatan putar *rotor* yang relatif stabil meskipun kecepatan angin berubah-ubah, maka diperlukan upaya pengontrolan melalui mekanisme-mekanisme tertentu, dan salah satu mekanisme tersebut adalah mekanisme *Passive Blade Pitch Control*. Mekanisme ini merupakan mekanisme mekanik yang berkerja dengan cara mengontrol sudut *pitch blade*, sehingga gaya-gaya aerodinamik yang bekerja pada *blade* dapat diatur dalam rangka menghasilkan putaran rotor yang relatif stabil .

1.2. ALASAN PEMILIHAN JUDUL

Salah satu mekanisme pengontrolan daya yang diterapkan untuk turbin angin adalah dengan cara mengatur *sudut pitch (pitch angle)* blade. Inti atau tujuan akhir dari pengontrolan sudut *pitch blade* tersebut adalah untuk mendapatkan *power* yang relatif konstan dengan menjaga kecepatan putar turbin angin pada kisaran tertentu meskipun kecepatan angin berubah-ubah, serta untuk mengurangi efek getaran yang berlebihan pada struktur turbin angin tersebut. Mekanisme pengontrolan sudut *blade* dengan *Passive Blade Pitch Control* bekerja dengan memanfaatkan gaya sentrifugal dari massa yang berputar (*flyweight*), pegas dan redaman. Mekanisme inilah yang menjadi bahasan utama pada Tugas Akhir ini, karena selain murah dan sederhana, pengontrolan dengan menggunakan mekanisme ini umumnya diterapkan pada turbin angin dengan kapasitas kecil (10 KW).

1.3. TUJUAN PENULISAN

Adapun tujuan yang ingin dicapai dengan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Tujuan Akademis

Sebagai syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata-1 pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

2. Tujuan Keahlian/*Engineering*

- Mendapatkan disain dan mekanisme gerak dari *Passive Blade Pitch Control*.
- Menurunkan persamaan gerak sistem.
- Mendapatkan parameter geometris yang memenuhi kriteria dari target disain.

- *Modelling* dan linearisasi sistem untuk mendapatkan parameter pengontrolan optimal dan performansi pengontrolan yang baik.
- Simulasi sistem dengan menggunakan *Matlab/Simulink*.
- Memodelkan dan mensimulasikan mekanisme pengontrolan *Passive Blade Pitch Control* pada turbin angin dengan memanfaatkan *software SolidWorks, Visual Nastran* dan *SimMechanics*.
- Menganalisa dan membandingkan hasil perhitungan dengan hasil simulasi.

1.4. BATASAN MASALAH

1. Sistem yang disimulasikan dan dianalisa merupakan sistem kaku (*rigid*) dengan 1 derajat kebebasan.
2. Perubahan kecepatan putar pada *rotor*, diasumsikan telah termasuk akibat perubahan kecepatan angin dan beban listrik *generator*, sehingga dengan analisa dinamik pengontrolan sudut blade, diharapkan berguna untuk disain tahap berikutnya, yaitu mendapatkan kecepatan rotor yang relatif konstan.
3. Besarnya *blade pitch moment* yang diakibatkan gaya aerodinamik diabaikan.
4. *Blade* yang digunakan adalah *blade* dengan tipe airfoil *S809* untuk turbin angin kapasitas 10 KW yang telah tersedia.
5. *Software yang digunakan adalah SolidWorks 2004, Visual Nastran 4D 2002 dan SimMechanics pada Matlab 7.0.1.*

1.5. METODE PENULISAN

Adapun metode penulisan yang digunakan dalam laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan cara mencari dan menggunakan sumber-sumber referensi, baik yang berupa buku-buku literatur, internet maupun sumber pustaka lainnya untuk membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.

2. Pengambilan Data

Dalam Tugas Akhir ini juga menggunakan data-data yang diambil dari *PT. Rotary Corporation*, terutama yang menyangkut masalah dimensi *rotor*.

3. Bimbingan

Bimbingan ini dilakukan oleh dosen, yang bertujuan untuk membantu dan mengarahkan mahasiswa dalam pengerjaan Tugas Akhir, sehingga tujuan dari Tugas Akhir dapat tercapai.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul “**Desain, Simulasi Dinamik dan Analisa *Passive Blade Pitch Control* untuk Turbin Angin Kapasitas 10 KW**” ini adalah sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Menjelaskan tentang latar belakang, alasan pemilihan judul, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan.

Bab II Dasar Teori

Menjelaskan mengenai prinsip konversi energi kinetik pada aliran udara, pola aliran udara pada turbin angin, gaya-gaya aerodinamik pada *blade*, pengontrolan power dan gaya-gaya aerodinamik, *blade pitch moment* serta dasar teori getaran.

Bab III Proses Perancangan dan Simulasi *Passive Blade Pitch Control*

Bab ini secara umum berisi tentang konsep *Passive Blade Pitch Control*, langkah-langkah dalam merancang *Passive Blade Pitch Control*, komponen-komponen *rotor* turbin angin, prosedur simulasi pada *Visual Nastran 2002* dan *SimMechanics*.

Bab V Analisa dan Pembahasan

Bab ini membahas tentang dinamika sistem, menentukan momen inersia, membangun diagram benda bebas, persamaan gerak, linearisasi, penentuan parameter geometris dan parameter pengontrolan yang optimum serta membahas hasil simulasi dan membandingkannya dengan hasil perhitungan.

Bab VI Penutup

Berisi tentang kesimpulan dan saran.