

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN | iii |
| NASKAH SOAL TUGAS AKHIR | iv |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xv |
| DAFTAR NOTASI | xvi |
| INTISARI | xix |
| ABSTRACT | xx |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3. Batasan Masalah | 2 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 2 |
| 1.5. Tujuan Penelitian | 2 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 3 |
| 2.1. Pengubah Energi Wave Dragon | 3 |
| 2.2. Pengembangan Wave Dragon | 4 |
| 2.3. Optimisasi <i>Axial Flow</i> Pada Sistem <i>Overtopping</i> | 5 |
| 2.4. Turbin Kaplan | 8 |
| 2.5. Kondisi Ombak di Perairan Indonesia | 8 |
| 2.6. Turbin Kaplan Parsial Statis | 9 |
| 2.7. <i>A Simplified Low Head Propeller Turbine for Micro Hydroelectric Power</i> | 9 |
| 2.8. <i>Wave Energy Utilization, a Review of the Thecnologies</i> | 10 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 12 |
| 3.1. Energi Ombak | 12 |
| 3.1.1. Prinsip-prinsip Fisik Energi Ombak | 12 |
| 3.1.2. Parameter Gelombang | 13 |
| 3.1.3. Daya dari Ombak laut | 15 |
| 3.2. Klasifikasi Wave Energy Converter | 17 |
| 3.2.1. Lokasi | 18 |
| 3.2.2. Konsep-konsep dasar <i>wave energy converter</i> | 19 |
| 3.2.3. Konsep-konsep <i>Advanced Technique</i> | 26 |
| 3.2.4. Mode operasi | 29 |
| 3.3. Klasifikasi Turbin | 31 |
| 3.3.1. Tipe Turbin | 31 |
| 3.3.2. Tipe Aliran | 33 |
| 3.4. Sistem <i>Overtopping</i> | 34 |
| 3.4.1. <i>Ramp</i> | 34 |
| 3.4.2. <i>Reservoir / Storage</i> | 35 |
| 3.4.3. Turbin <i>Low-head</i> | 35 |
| 3.5. Pemilihan Jenis Material | 46 |
| 3.6. Desain <i>storage</i> dan <i>pontoon</i> | 46 |
| 3.6.1. <i>Impact of jet</i> | 46 |
| 3.6.2. Dinding <i>storage</i> dan <i>pontoon</i> | 47 |
| 3.6.3. Gaya apung dan gaya berat | 49 |

| | |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| BAB IV METODOLOGI PENELITIAN | 52 |
| 4.1. Kerangka Penelitian | 52 |
| 4.2. Pemilihan <i>Overtopping System</i> | 53 |
| 4.3. Perhitungan <i>Overtopping</i> | 54 |
| 4.4. Perhitungan <i>Buoyancy</i> dan Kestabilan Sistem | 54 |
| BAB V | 55 |
| 5.1. Perkiraan Daya | 55 |
| 5.1.1. Konversi Energi Ombak | 55 |
| 5.1.2. Konversi Energi pada <i>Storage / Reservoir</i> | 58 |
| 5.2. Desain <i>Overtopping Wave Converter</i> | 66 |
| 5.2.1. Mendesain <i>Ramp</i> | 66 |
| 5.2.2. Mendesain Dinding <i>Storage</i> | 70 |
| 5.2.3. Mendesain Ketebalan Alas <i>Storage</i> | 72 |
| 5.2.4. Mendesain <i>Pontoon</i> | 74 |
| 5.2.5. Kondisi <i>Storage</i> Maksimum dan Normal | 81 |
| 5.2.6. Kondisi Lubang Penampang Masuk Turbin | 81 |
| BAB VI PENUTUP | 82 |
| 6.1. Kesimpulan | 82 |
| 6.2. Saran | 82 |
| DAFTAR PUSTAKA | 83 |
| LAMPIRAN | 85 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1. Sketsa awal WD | 3 |
| Gambar 2.2. Model skala WD | 4 |
| Gambar 2.3. Gambar potongan <i>reservoir/storage</i> | 5 |
| Gambar 2.4. <i>Overtopping principles</i> | 5 |
| Gambar 2.5. Performa dengan diameter berbeda | 6 |
| Gambar 2.6. Performa dengan <i>flow rate</i> berbeda | 7 |
| Gambar 2.7. Sudut puntir aliran rendah dan tinggi | 8 |
| Gambar 2.8. Konfigurasi sumbu pemasangan turbin propeler | 10 |
| Gambar 2.9. Variasi penerapan pengubah energi gelombang | 11 |
| Gambar 3.1. Karakteristik gelombang ombak | 13 |
| Gambar 3.2. Gelombang non-linier | 14 |
| Gambar 3.3. Gelombang linier | 15 |
| Gambar 3.4. Formasi dari ombak | 16 |
| Gambar 3.5. Gerakan <i>heaving</i> / mengangkat pada benda apung | 19 |
| Gambar 3.6. Gerakan <i>pitching</i> / mengungkit pada benda apung | 20 |
| Gambar 3.7. Kondisi benda murni oleh dua <i>nodes</i> berdekatan | 20 |
| Gambar 3.8. Kondisi benda murni oleh gerakan <i>heaving</i> | 21 |
| Gambar 3.9. Skema konsep <i>cavity resonance</i> | 22 |
| Gambar 3.10. <i>Pressure device</i> dengan <i>turbogenerator</i> pada sistem tertutup | 23 |
| Gambar 3.11. <i>Pressure device</i> dengan tangki penyimpanan pada sistem terbuka | 23 |
| Gambar 3.12. Skema konsep <i>surging-wave energy converters</i> | 24 |
| Gambar 3.13. Pergerakan partikel gelombang | 25 |
| Gambar 3.14. Skema kerja <i>water wheel</i> | 25 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.15. Skema <i>duck</i> dalam konsep <i>salter's nodding duck</i> | 26 |
| Gambar 3.16. Skema konsep <i>Cockerell's rafts</i> | 27 |
| Gambar 3.17. <i>Gates reservoir</i> terbuka | 28 |
| Gambar 3.18. <i>Gates catch basin</i> terbuka | 28 |
| Gambar 3.19. <i>Point absorber</i> yang disebut <i>submerged P.D.</i> | 29 |
| Gambar 3.20. <i>Oscillating water coloumn</i> | 30 |
| Gambar 3.21. <i>Overtopping system</i> | 30 |
| Gambar 3.22. Turbin Pelton | 31 |
| Gambar 3.23. Sudu tetap dan sudu pengarah turbin reaksi | 32 |
| Gambar 3.24. Bagan turbin reaksi-Francis | 32 |
| Gambar 3.25. <i>Inward flow radial</i> | 33 |
| Gambar 3.26. <i>Outward flow radial</i> | 33 |
| Gambar 3.27. <i>Axial flow</i> turbin Kaplan | 34 |
| Gambar 3.28. Penjelasan skema <i>mixed flow</i> | 34 |
| Gambar 3.29 Profil sebuah <i>ramp</i> | 35 |
| Gambar 3.30. Jenis pemasangan <i>guide vanes</i> | 36 |
| Gambar 3.31. Skema bagian turbin Kaplan | 37 |
| Gambar 3.32. Ilustrasi sudu dengan aliran debit besar | 38 |
| Gambar 3.33. Ilustrasi sudu dengan aliran debit kecil | 38 |
| Gambar 3.34. Segitiga kecepatan | 40 |
| Gambar 3.35. Tiga kondisi benda mengapung | 51 |
| Gambar 4.1. Diagram alir tugas akhir | 53 |
| Gambar 5.1. Parameter utama ombak | 55 |
| Gambar 5.2. Grafik gelombang sinusoidal | 56 |
| Gambar 5.3. Asumsi gelombang ombak masuk | 57 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 5.4. Ilustrasi gelombang memasuki <i>storage</i> | 58 |
| Gambar 5.5. Vektor kecepatan pada turbin aksial-Kaplan | 61 |
| Gambar 5.6. Grafik daya terhadap rasio kecepatan | 65 |
| Gambar 5.7. Ilustrasi beban pada bidang 40^0 | 67 |
| Gambar 5.8. Ilustrasi beban pada bidang 90^0 | 67 |
| Gambar 5.9. Ilustrasi beban pada bidang | 68 |
| Gambar 5.10. Beban <i>hydrostatic</i> pada dinding <i>storage</i> | 70 |
| Gambar 5.11. Beban <i>hydrostatic</i> pada alas <i>storage</i> | 72 |
| Gambar 5.12. Titik kerja gaya apung | 75 |
| Gambar 5.13. <i>Free body diagram COG</i> | 76 |
| Gambar 5.14. Titik kerja gaya berat | 78 |
| Gambar 5.15. <i>Free body diagram</i> ketinggian <i>metacentric</i> | 78 |
| Gambar 5.16. Asumsi geometri sistem | 79 |

DAFTAR TABEL

| | |
|-----------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1. Hasil Simulasi dengan diameter berbeda | 7 |
| Tabel 2.2. Hasil simulasi dengan <i>flow rate</i> berbeda | 7 |
| Tabel 2.3. Hasil pantauan BMKG terhadap ombak | 8 |
| Tabel 3.1. <i>Hub ratio</i> | 37 |
| Tabel 3.2. Konstanta daya | 44 |
| Tabel 3.3. Konstanta beban | 45 |

LAMPIRAN

| | |
|------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 Baja paduan untuk poros | 85 |
| Lampiran 2 Sifat Mekanis beton | 86 |
| Lampiran 3 Sifat geometris elemen | 87 |
| Lampiran 4 Gambar Teknik <i>Assembly</i> | 88 |
| Lampiran 5 Gambar Teknik <i>Storage</i> dan <i>Pontoon</i> | 89 |
| Lampiran 6 Gambar Teknik <i>Ramp</i> | 90 |
| Lampiran 7 Gambar Teknik <i>Guide Vanes</i> | 91 |
| Lampiran 8 Gambar Teknik <i>Draft Tube</i> | 92 |
| Lampiran 9 Gambar Teknik Sudu Turbin | 93 |
| Lampiran 10 Gambar Teknik <i>Cone</i> | 94 |
| Lampiran 11 Gambar Teknik Poros | 95 |
| Lampiran 12 Gambar 3D Sistem | 96 |
| Lampiran 13 Tabel Daya | 97 |
| Lampiran 14 Sifat Material <i>Stainless Steel</i> Tipe 316 | 102 |