

# Simulasi Aliran Fluida (Minyak) Pada Hydraulic Wave Energy Converter Menggunakan Pendekatan CFD (Computational Fluid Dynamics)

Sigit Purnomo Hadi, Sutopo Purwono Fitri dan Taufik Fajar

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*e-mail:* taufikfajar@its.ac.id

**Abstrak**—Pada era sekarang ini, banyak dikembangkan sistem pembangkit listrik dengan menggunakan tenaga gelombang air laut. Untuk mendapatkan sistem yang efisien dalam penerapan sistem pembangkit listrik dimana semakin besar putaran yang dihasilkan maka semakin besar output daya yang didapatkan. Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kapasitas, tekanan, dan kecepatan fluida sehingga dapat menghasilkan output yang tinggi sesuai dengan bentuk sudut bandul yang sudah direncanakan. Pada simulasi ini divariasikan sudut bandul ponton (20°,25°,30°,35°,40°). dengan rancangan ini akan dihasilkan putaran terendah 1790.148 rpm dan daya sebesar 44.65 kW pada variasi sudut bandul ponton 20° serta putaran tertinggi 1922.185 rpm dan daya sebesar 73.69 kW pada variasi sudut bandul ponton 20°.

**Kata Kunci**—Wave Energy Converter, motor hidrolis, ponton

## I. PENDAHULUAN

SUMBER daya listrik merupakan suatu kebutuhan yang sangat berpengaruh di dunia. Kebutuhan energi yang cukup besar di setiap negara menyebabkan sumber energi menjadi terus berkurang untuk ketersediaan generasi mendatang, oleh karena itu kemajuan teknologi saat ini menjadikan adanya pemanfaatan sumberdaya lain sebagai energi alternatif. Pemanfaatan energi alternatif untuk menkonversi energi gelombang menjadi sumber energi listrik. Ditinjau dari geografis Indonesia, pengembangan pemanfaatan energi kelautan dengan memanfaatkan kekuatan ombak sebagai penghasil energi listrik. Pengembangan teknologi alternatif ini sudah dilakukan di pesisir pantai selatan Pulau Jawa. Pembangkit tenaga listrik dengan sumber tenaga seperti uap memiliki biaya yang cukup mahal. Untuk itu analisa dan simulasi aliran motor hidrolis dilakukan untuk menemukan cara baru mengenai cara pemanfaatan sumberdaya alternatif baru.

## II. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam analisa ini adalah dengan menggunakan metode berbasis analisa desain dengan mendesain bentuk sudu-sudu motor hidrolis pada sistem *Hydraulic wave energy converter* menggunakan bandul yang kemudian dilakukan analisa kinerja sistem dengan

TABEL 1.  
DIMENSI SILINDER

| Bore ( m ) | Rod ( m ) | Stroke ( m ) |
|------------|-----------|--------------|
| 0.1        | 0.05      | 0.2          |

TABEL 2.  
VARIASI TEKANAN PADA SILINDER

| SUDUT | TEKANAN SILINDER ( kPa ) |
|-------|--------------------------|
| 20    | 2882.118                 |
| 25    | 3561.315                 |
| 30    | 4213.376                 |
| 35    | 4833.414                 |
| 40    | 5416.631                 |

menggunakan *Computational Fluid Dynamic*. Metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

### A. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Merupakan tahap awal yang digunakan untuk mencari dan mengidentifikasi beberapa permasalahan yang dianggap pantas untuk dijadikan sebagai judul dalam sebuah tugas akhir. Setelah itu mulai dirumuskan permasalahan tersebut hingga menemukan suatu yang pantas untuk dibahas dalam tugas akhir.

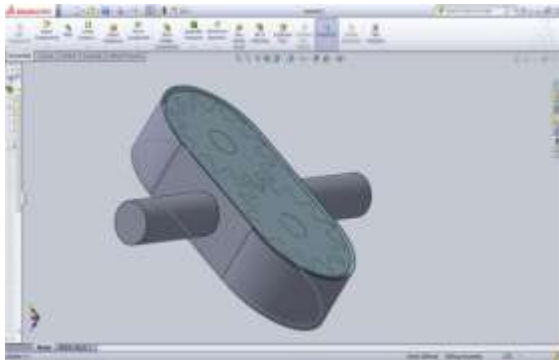
Dalam tugas akhir ini, perumusan masalah yang diangkat adalah bentuk aliran minyak yang dihasilkan pada sebuah sistem *Hydraulic Wave Energy Converter* yang akan digunakan sebagai penghasil energi listrik pada generator 5 kW.

### B. Study Literatur

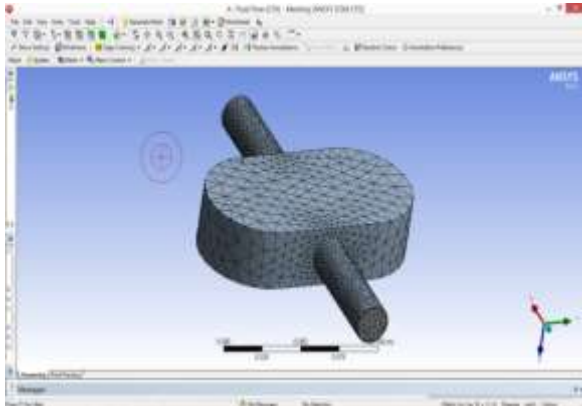
Pengumpulan bahan pustaka yang menunjang kegiatan penelitian ini yang bersumber dari buku, jurnal, tugas akhir dan internet. Materi literatur yang diambil dari sumber-sumber tersebut berkaitan dengan teori studi perancangan, materi komponen-komponen utama dan pendukung dari sistem.

### C. Pengumpulan Data

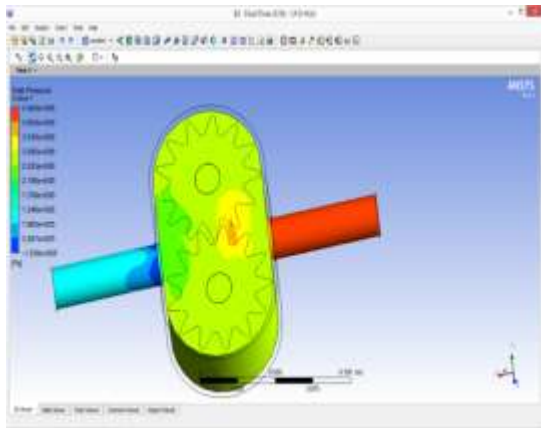
Tahap ini merupakan tahap pencarian data-data yang akan digunakan sebagai pendukung analisa dan pembahasannya yang akan dilakukan pada tugas akhir. Adapun data-data tersebut adalah transmisi daya yang berasal dari ponton yang



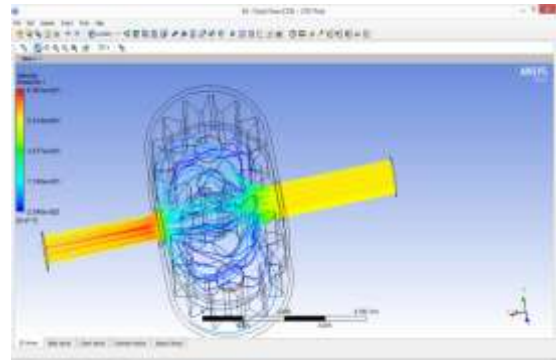
Gambar 1. Geometry objek



Gambar 2. Meshing Objek



Gambar 3. Contoh kontur tekanan pada sudut 20°



Gambar 4. Contoh streamline kecepatan pada sudut 20°

TABEL 3.

VARIASI KECEPATAN PADA SILINDER

| SUDUT | KECEPATAN BANDUL ( m/s ) |
|-------|--------------------------|
| 20    | 1.538                    |
| 25    | 1.916                    |
| 30    | 2.292                    |
| 35    | 2.663                    |
| 40    | 3.028                    |

TABEL 4.

NILAI TORSI DARI FUNGSI

| SUDUT | TORSI DARI SOFTWARE |
|-------|---------------------|
| 20    | 23.83               |
| 25    | 27.93               |
| 30    | 28.335              |
| 35    | 32.61               |
| 40    | 36.63               |

TABEL 5.

DAYA YANG DIHASILKAN OLEH MOTOR HIDROLIS

| SUDUT | FLOW RATE (L/Min) | DAYA (kW)   |
|-------|-------------------|-------------|
| 20    | 724.170           | 44.65715741 |
| 25    | 902.632           | 46.63596885 |
| 30    | 1079.384          | 55.76815374 |
| 35    | 1254.074          | 64.79382829 |
| 40    | 1426.363          | 73.69542872 |

menangkap gelombang antara lain putaran (RPM) poros bandul, gaya yang dihasilkan oleh putaran bandul.

Adapun sebelum melakukan perancangan pada motor hidrolis dan simulasi, terlebih dahulu dilakukan penentuan parameter awal sebagai dasar dalam pembuatan sistem, adapun parameter awal tersebut antara lain :

- Berat bandul adalah 270 kg
- Panjang lengan bandul adalah 2 m
- Variasi sudut bandul yaitu 20, 25, 30, 35, 40
- Diameter poros output bandul adalah 40 mm

A. Perancangan Model pada Ansys

Perancangan pada sistem ini, dilakukan dengan penentuan gambaran layout sistem hidrolis. Adapun tahapan tersebut antara lain :

Menentukan generator

Output daya pada generator ditentukan sebesar 5 kW.

Menentukan input dari bandul

Input yang dihasilkan dari bandul yaitu berupa kecepatan dan torsi.

Melakukan pemilihan jenis motor hidrolis

Pemilihan jenis motor hidrolis ditentukan dengan menggunakan tipe hydrolic gear motor.

Dimensi dari design silinder adalah sebagai berikut :

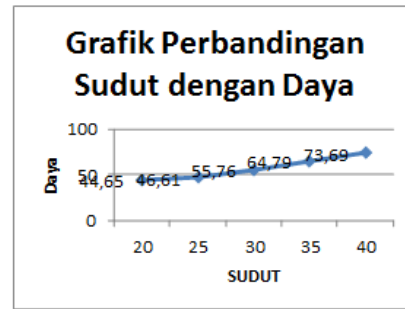
Proses selanjutnya adalah melakukan meshing pada geometry yang sudah tergambar. Dengan ukuran meshing yang digunakan adalah 0.03.

B. Simulasi Rancangan Menggunakan Ansys

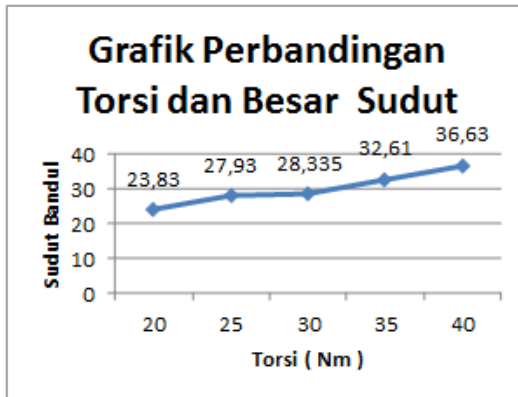
Dalam pembuatan model ini digunakan program CFD yaitu

TABEL 6.  
HASIL PUTARAN MOTOR HIDROLIS

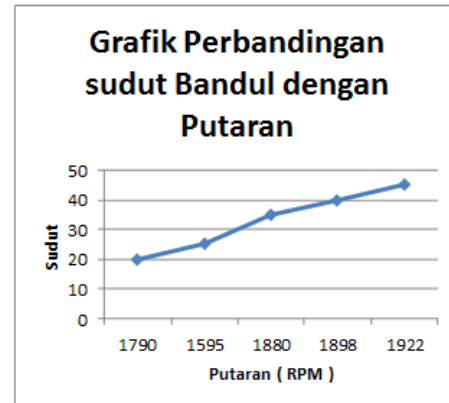
| SUDUT | PUTARAN ( RPM ) |
|-------|-----------------|
| 20    | 1790.14837      |
| 25    | 1595.297463     |
| 30    | 1880.419112     |
| 35    | 1898.341965     |
| 40    | 1922.185238     |



Gambar 6. Grafik Perbandingan nilai daya dan sudut bandul



Gambar 5. Grafik fungsi torsi dengan sudut bandul



Gambar 7. Grafik perbandingan sudut bandul dengan putaran motor

ANSYS. Pembuatan model motor hidrolis, sudu-sudu, dan bentuk output pada pompa torak dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam pembuatan model ini, pertama akan ditentukan koordinat-koordinatnya. Setelah itu, titik – titik koordinat dihubungkan menjadi sebuah cord – cord yang nantinya kan di surface menjadi satu bagian. Dalam pembuatan ini juga ditambahkan bentuk body pada tiap bagian/boundary, berfungsi sebagai media yang akan dialiri fluida.

Variasi yang digunakan dalam simulasi adalah dengan variasi sudut bentukan bandul sehingga menghasilkan tekanan dan kecepatan fluida yang masuk ke dalam silinder. Data variasi tersebut adalah sebagai berikut.

Setelah dilakukan simulasi maka kontur dan streamline yang terbentuk antara lain sebagai berikut.

A. Pengumpulan Data Simulasi

Pada tahapan ini, pengumpulan data dilakukan dengan cara beberapa kali simulasi pada software ANSYS dengan menggunakan model rancangan yang sudah dibuat.

Setelah dilakukan simulasi maka didapatkan nilai torsi yang dihasilkan oleh gear motor hidrolis dengan data sebagai berikut.

III. ANALISA DATA

A. Perhitungan Nilai Torsi

Dari tabel 4. di atas dapat diketahui grafik fungsi torsi

dengan besar sudut bentukan dari bandul. Adapun grafik tersebut tertera di bawah ini.

Pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai torsi dipengaruhi oleh besar kecilnya sudut bentukan pada bandul. Semakin besar sudut bandul yang terbentuk maka semakin besar pula nilai torsi yang dihasilkan pada gear.

B. Perhitungan Daya Motor

Setelah mengetahui besarnya torsi yang dihasilkan oleh motor hidrolis, maka dilakukan analisa mengenai daya yang dihasilkan oleh motor yang terjadi dalam silinder. Untuk mengetahui nilai daya output yang dihasilkan oleh motor hidrolis. Adapun perhitungan daya motor hidrolis adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$P = \frac{Q \times \Delta P}{60}$$

Dimana, P = daya motor (kW)

Q = Flowrate (L/m)

P = perubahan tekanan dari inlet menuju outlet (MPa)

Contoh perhitungan untuk flowrate pada sudut 20 derajat seperti di bawah ini.

$$P = \frac{Q \times \Delta P}{60}$$

$$P = \frac{724.120 \times 3.7}{60}$$

$$P = 44.65 \text{ kW}$$

Nilai perbedaan tekanan dilihat dari nilai besaran kontur

tekanan pada hasil simulasi yang telah dilakukan di setiap variasi. variasi dilakukan mulai dari sudut 20°, 25°, 30°, 35°, dan 40°. Sehingga setelah dihitung menggunakan rumus diatas didapatkan nilai daya yang dihasilkan oleh motor hidrolis adalah seperti yang tertera pada tabel dibawah ini.

Pada grafik diatas menunjukkan bahwa kapasitas dari minyak sangat berpengaruh pada daya yang dihasilkan. Semakin besar flowrate maka daya yang dihasilkan akan semakin besar.

### C. Perhitungan nilai RPM motor

Selain perhitungan torsi dan daya, maka dilakukan perhitungan mengenai putaran dari gear motor hidrolis. Untuk dapat diketahui putaran dari motor hidrolis, maka dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$N = \frac{P \times 6000}{\tau \times 2\pi}$$

Dimana, N = putaran motor ( RPM )

P = daya ( kW )

$\tau$  = torsi motor ( Nm )

Adapun contoh perhitungan sebagai berikut dengan contoh menggunakan variasi pada sudut 20 derajat.

$$N = \frac{P \times 6000}{\tau \times 2\pi}$$

$$N = \frac{44.65 \times 6000}{23.83 \times 2 \times 3.14}$$

$$N = 1790.148 \text{ RPM}$$

Dari hasil di atas, dapat diketahui bahwa nilai putaran sangat dipengaruhi oleh besar sudut yang ada pada sistem. Semakin besar bentukan sudut maka akan semakin besar nilai putaran dari motor hidrolis. Dengan adanya bentukan sudut yang ada maka mempengaruhi tekanan dan kecepatan fluida yang dihasilkan sehingga menyebabkan putaran pada motor hidrolis menjadi lebih besar. Seperti yang terlihat pada grafik bahwa nilai putaran motor yang pada sudut 20° adalah 1790 RPM sedangkan pada sudut 40° menjadi lebih besar dengan nilai 1922 RPM.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan beberapa simulasi dan analisa, pada bab ini akan ditarik kesimpulan mengenai beberapa hal yang telah menjadi hasil dari simulasi pada bab sebelumnya.

Dengan adanya simulasi yang telah dilakukan diketahui daerah yang memiliki kontur tekanan yang paling tinggi adalah pada bagian gear dimana telah terjadi tumbukan antara fluida dengan gear.

Setelah dilakukan simulai dengan variasi sudut 20°, 25°, 30°, 35°, 40° diketahui bahwa nilai tekanan yang paling besar bernilai 54 bar terdapat pada sudut 40° sehingga berpengaruh terhadap torsi yang dihasilkan yaitu sebesar 36.63 Nm.

Setelah dilakukan simulai dengan variasi sudut 20°, 25°, 30°, 35°, 40° diketahui bahwa nilai flow rate yang paling besar bernilai 1426.363 L/min terdapat pada sudut 40° sehingga berpengaruh terhadap daya yang dihasilkan yaitu sebesar 36.63 kW.

Setelah dilakukan simulai dengan variasi sudut 20°, 25°, 30°, 35°, 40° diketahui bahwa nilai kecepatan aliran yang paling besar bernilai 3.038 m/s terdapat pada sudut 40° sehingga berpengaruh terhadap nilai putaran motor yang dihasilkan yaitu sebesar 1922.185 RPM.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang turut serta membantu dalam proses pengerjaan penelitian ini, terutama kepada Ayah dan Ibu yang telah memberikan doa sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Selain itu juga kepada teman-teman seperjuangan saya yaitu tameng 09, dan juga teman-teman PLH SIKLUS ITS yang ikut serta memberi motivasi untuk penyelesaian tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 14 Januari 2013. *Ansys Immersed Solid Method*. Diakses di <URL :
- [2] <http://www.ansys.com/Products/Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/Fluid+Dynamics+Products/ANSYS+CFX/Features/Immersed+Solid+Method>> pada tanggal 21 Oktober.
- [3] Zeno. September 2013. *Penerapan Sistem Transmisi Untuk Penerapan Energi Laut*. Surabaya : ITS.
- [4] Munawaroh, Raudhotul. 2013. *Kajian Eksperimen Gerakan Pendulum Pada Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut – Sistem Bandulan Pada Kondisi Uji On-shore dan Off-shore*. Surabaya : ITS.
- [5] Anonim. 21 Juli 2012. *Flow Over Flat Plate on Ansys*. Diakses di <URL :<http://www.cfd-online.com/Forums/cfx/105048-flow-over-flat-plate-immersed-solid.html>> pada tanggal 7 november.