



**PROTOTIPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
PASANG SURUT AIR LAUT DI KELURAHAN
TUGUREJO KECAMATAN TUGU
KOTA SEMARANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Pendidikan Teknik Elektro

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Oleh:

Achmad Rifqiy Baihaqiy

5301412081

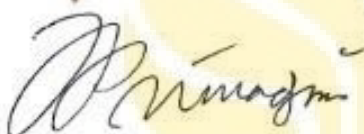
**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017

PERSETUJUAN PEMBIMBING

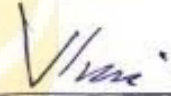
Skripsi dengan judul “ **Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang** ” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan kesidang panitia ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Dosen Pembimbing I



Drs. Yohanes Primadiyono, M.T.
NIP. 196209021987031002

Semarang, 12 Mei 2017
Dosen Pembimbing II



Drs. Djoko Adi Widodo, M.T.
NIP. 195909271986011001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “ **PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PASANG SURUT AIR LAUT DI KELURAHAN TUGUREJO KECAMATAN TUGU KOTA SEMARANG** ” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 18 Mei 2017.

Oleh :

Nama : Achmad Rifqiy Baihaqiy
NIM : 5301412081
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro

Panitia :

Ketua Panitia



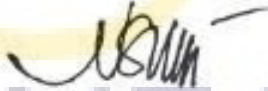
Dr - Ing Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T
NIP. 197805312005011002

Sekretaris



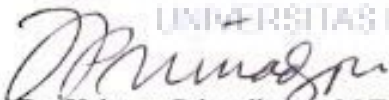
Drs. Agus Suryanto, M.T
NIP. 196708181992031004

Penguji I



Drs. Said Sunardiyo, M.T
NIP.196505121991031003

Penguji II



Drs. Yohanes Primadiyono, M.T.
NIP. 196209021987031002

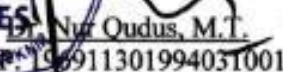
Penguji III



Drs. Djoko Adi Widodo, M.T.
NIP. 195909271986011001



Mengetahui:
Dean Fakultas Teknik UNNES


Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

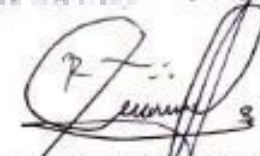
Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi yang lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, 12 Mei 2017
yang membuat pernyataan,



Achmad Rifqy Baihaqiy
NIM.5301412081

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. Suatu perjuangan tidak akan pernah mengingkari hasil walau jalan tempuh sangat berliku
2. Jangan pernah mengatakan “menyesal” dalam menjalani hidup
3. Jangan membuat orang menunggu jika kamu tak suka menunggu seseorang
4. 20 tahun dari sekarang, kita akan lebih menyesal atas hal-hal yang tidak pernah kita lakukan, bukan atas hal-hal yang pernah kita lakukan meski itu sebuah kesalahan (TereLiye).
5. Kebahagiaan adalah kesetiaan. Setia atas indahnya merasa cukup, setia atas indahnya berbagi, setia atas indahnya ketulusan berbuat baik (TereLiye).

Persembahan :

1. Abah dan Umi tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang serta memberikan doa kepadaku tanpa henti. Semoga Allah SWT selalu memberikan perlindungan kepada mereka serta selalu diselimuti rahmat-Nya.
2. Kakak-adikku tercinta yang selalu memberikan motivasi, inspirasi dan doa.
3. Teman-teman Jurusan Teknik Elektro angkatan 2012.
4. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendukung saya.

ABSTRAK

Achmad Rifqiy Baihaqiy. 2017. *Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang.*
Dosen Pembimbing: Drs. Yohanes Primadiyono, M.T. dan Drs. Djoko Adi Widodo, M.T. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Universitas Negeri Semarang.

Pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut yaitu memanfaatkan energi potensial yang terkandung dalam perbedaan pasang dan surut air laut untuk menggerakkan turbin air dan bila turbin air dihubungkan dengan generator dapat menghasilkan energi listrik. Indonesia dengan luas perairan hampir 60% dari total luas wilayah sebesar 1.929.317 km², seharusnya bisa menerapkan teknologi alternatif ini. Khususnya di daerah Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu karena sudah tersedia tambak sebagai pengganti waduk dan sudah terpasang pintu air yang sampingnya di kelilingi tanggul sebagai pengganti bendungan / dam sehingga cocok sebagai tempat pengujian pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang sebuah sistem pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut dengan debit air yang kecil dan beda ketinggian antara pasang dan surut juga relatif kecil.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *research and development (R&D)*. Tahapan penelitian meliputi 8 tahapan antara lain : (1) tahap potensi dan masalah, (2) tahap pengumpulan informasi, (3) tahap perancangan prototipe, (4) tahap validasi desain, (5) tahap pembuatan prototipe, (6) tahap pengujian prototipe, (7) tahap pengambilan data, dan (8) tahap analisis data dan simpulan. Rancangan turbin air menggunakan model kincir air tipe *undershot* dan terbuat dari bahan *fiberglass* dan baja tahan karat sehingga tahan terhadap korosi air laut.

Hasil penelitian dengan luas penampungan waduk 32.000 m², ketinggian air laut antara pasang tertinggi 1,1 m dan surut terendah 0,2 m memiliki potensi energi maksimum sebesar 43,2 Kilo Joule dan daya listrik maksimum sebesar 1,03 Kilo Watt (1 kali pengisian / pengosongan tambak). Pada saat pengujian Tegangan yang dihasilkan pada fase pasang adalah 12,47 Volt dan arus listrik 20,85 Ampere yang diuji selama 2,5 jam. Sehingga daya yang dihasilkan adalah 260 Watt. Tegangan yang dihasilkan pada fase surut adalah 11,43 Volt dan arus listrik 19,57 Ampere yang diuji selama 2,5 jam. Sehingga daya yang dihasilkan adalah 223,7 Watt.

Kata kunci : *Prototipe PLTPs, kincir air undershot, pasang surut air laut.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah S.W.T atas rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang** ”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi setiap mahasiswa Universitas Negeri Semarang Jurusan Teknik Elektro yang akan memperoleh gelar sarjana.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman M. Hum., Rektor UNNES
2. Dr. Nur Qudus M.T., Dekan Fakultas Teknik UNNES
3. Dr-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UNNES
4. Drs.Yohanes Primadiyono, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu mendampingi dan memberikan arahan, saran dan ilmu serta motivasi selama penyusunan skripsi.
5. Drs. Djoko Adi Widodo, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu mendampingi dan memberikan arahan, saran dan ilmu serta motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Drs. Said Sunardiyo, M.T selaku Dosen penguji yang telah memberikan arahan dan bimbingan.
7. Dosen – dosen Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama menempuh studi.
8. Keluarga tercinta atas doa, dukungan dan semangat yang diberikan.

Akhirnya penyusun berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Pembatasan Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori.....	9

2.2.1	Potensi Energi Air.....	9
2.2.2	Pasang Surut Air Laut	11
2.2.3	Klasifikasi Kincir Air	22
2.3	Kerangka Berpikir	27
2.4	Hipotesis.....	30
BAB III METODE PENELITIAN		31
3.1	Metode Pengembangan	31
3.2	Langkah – Langkah Penelitian Dan Pengembangan.....	32
3.2.1	Potensi dan Masalah	32
3.2.2	Mengumpulkan Informasi	33
3.2.3	Perencanaan Alat / Desain Produk	34
3.2.4	Validasi Desain.....	35
3.2.5	Pembuatan Alat	35
3.2.6	Uji Coba Produk.....	35
3.2.7	Pengambilan Data.....	36
3.2.8	Analisis dan Kesimpulan.....	36
3.3	Perencanaan Prototipe Pembangkit Listrik	36
3.4	Perencanaan Pembuatan Kerangka dan Peralatan Utama Prototipe ..	39
3.4.1	Kerangka Penyangga Kincir dan Pelampung.....	39
3.4.2	Desain Turbin / Kincir Air	41
3.4.3	Sistem Reduksi Kecepatan	43
3.4.4	Generator / Alternator	48
3.4.5	Akumulator.....	49
3.4.6	Perencanaan Instalasi Listrik Untuk Penggunaan Beban	50
3.5	Instrumen Penelitian	56

3.6 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	56
3.7 Alat dan Bahan Penelitian	57
3.8 Prinsip Kerja Alat	58
3.9 Pengujian Prototipe	59
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	60
4.1 Hasil Penelitian	60
4.1.1 Hasil Pembuatan Prototipe	60
4.1.2 Hasil Pembuatan Turbin Air Tipe Undershoot	62
4.1.3 Hasil Pembuatan Panel Kelistrikan	62
4.1.4 Pengujian Prototipe di Pintu Air Tambak	63
4.2 Pengujian dan Analisis Data pada Rangkaian Sistem Pembangkit ...	65
4.2.1 Tujuan Pengujian dan Penelitian.....	65
4.2.2 Perhitungan Jumlah Energi dan Daya Listrik Per Siklus	65
4.2.3 Tahap - Tahap Pengujian Prototipe	67
4.2.4 Pengujian Ketika Air Pasang / Mengisi Waduk dengan Beda Ketinggian Air 50 cm	68
4.2.5 Pengujian Ketika Air Surut / Pengosongan Tambak dengan Beda Ketinggian Air 50 cm	70
4.2.6 Pengujian Ketika Air Pasang / Pengisian Tambak Tanpa Dibendung / Pintu Air Tidak Ditutup	72
4.2.7 Pengujian Beban 4 Buah Lampu LED 9 Watt 12 V DC	74
4.3 Pembahasan.....	75
4.3.1 Kendala yang Dihadapi dalam Pembuatan dan Pengujian Prototipe PLTPs	76

BAB V PENUTUP	78
5.1 Simpulan.....	78
5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	83



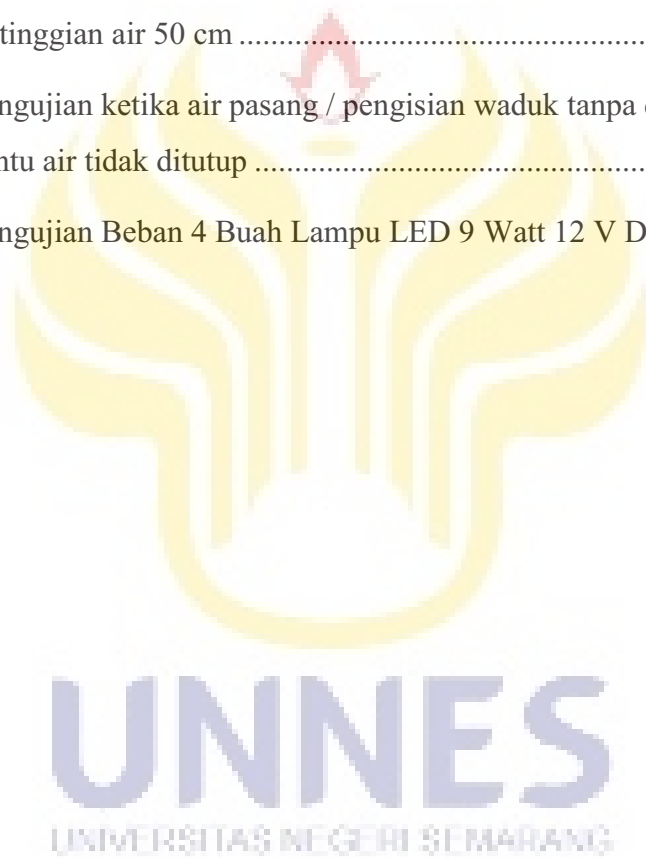
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja Barrage Tidal System.....	16
Gambar 2.2 Tidal Turbin di Dalam Laut	18
Gambar 2.3 Macam – Macam Jenis Turbin Lepas Pantai yang digerakan oleh arus pasang surut	19
Gambar 2.4 Kincir Air Overshot.....	22
Gambar 2.5 Kincir Air Undershot.....	24
Gambar 2.6 Kincir Air Breastshot	25
Gambar 2.7 Kincir Air Tub.....	26
Gambar 2.8 Flowchart Penelitian.....	28
Gambar 2.9 Desain Sistem Kerja PLTPs	29
Gambar 3.1 Langkah Langkah penggunaan metode Research and Development (R&D)	32
Gambar 3.2 Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut.....	37
Gambar 3.3 Sistem Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut.....	37
Gambar 3.4 Rangka Pelampung / Dudukan Kincir.....	39
Gambar 3.5 Dudukan Kincir Tampak Depan	40
Gambar 3.6 Dudukan Kincir Tampak Atas.....	40
Gambar 3.7 Rancangan Kincir Air Tipe Undershot.....	42
Gambar 3.8 Bearing Type Duduk ASB 205-12 (3/4”)	43
Gambar 3.9 Pulley, Poros, Housing Bearing dan Belt.....	46
Gambar 3.10 Rancangan Dudukan Rumah Bearing, Pulley, Generator dan Panel Kelistrikan	47
Gambar 3.11 Rancangan Penempatan Pulley dari Samping.....	48

Gambar 3.12 Generator DC 50 A	49
Gambar 3.13 Akumulator 12 VDC 45 Ampere	50
Gambar 3.14 Perencanaan Instalasi Listrik.....	51
Gambar 3.15 Perencanaan Papan Hubung Bagi Prototipe PLTPs.....	52
Gambar 3.16 DC Breaker.....	53
Gambar 3.17 Volt Ampere Meter Digital	53
Gambar 3.18 Wiring Pemasangan VA Digital.....	53
Gambar 3.19 Volt Ampere Meter Digital Output Beban.....	54
Gambar 3.20 Saklar Penerangan dan Eksitasi Generator.....	54
Gambar 3.21 Stop Kontak Untuk Tegangan DC	55
Gambar 3.22 Kabel NYAF dan Terminal Kabel	55
Gambar 3.23 Tata Letak Pemasangan Prototipe Ke Pintu Air dan Letak Lampu Penerangan	60
Gambar 4.1 Hasil Jadi Prototipe Sebelum Dirakit.....	61
Gambar 4.2 Hasil Jadi Prototipe Sesudah Dirakit.....	62
Gambar 4.3 Hasil Jadi Turbin Air.....	62
Gambar 4.4 Hasil Jadi Panel Kelistrikan	63
Gambar 4.5 Hasil Jadi Panel Kelistrikan	63
Gambar 4.6 Hasil Pemasangan Prototipe di Pintu Air Tambak.....	64
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Ketika Air Pasang.....	69
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengujian Ketika Air Surut	71
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Air Pasang Tanpa Dibendung.....	73
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengujian Beban Lampu Penerangan.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian Prototipe	57
Tabel 4.1 Pengujian ketika air pasang / mengisi waduk dengan beda ketinggian air 50 cm	68
Tabel 4.2 Pengujian ketika air surut / pengosongan tambak dengan beda ketinggian air 50 cm	70
Tabel 4.3 Pengujian ketika air pasang / pengisian waduk tanpa dibendung / pintu air tidak ditutup	72
Tabel 4.4 Pengujian Beban 4 Buah Lampu LED 9 Watt 12 V DC.....	74



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Tugas Pembimbing

Lampiran 2 Surat Tugas Penguji

Lampiran 3 Biaya Pembuatan Prototipe

Lampiran 4 Tabel Pasang Surut Di Kota Semarang



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan perkembangan zaman yang terus meningkat, kebutuhan akan energi semakin meningkat pula, sehingga energi merupakan suatu unsur yang sangat penting dalam pengembangan suatu negara atau suatu daerah. Oleh karena itu pemanfaatan energi secara tepat guna akan menjadi suatu cara yang ampuh dalam perkembangan zaman tersebut.

Sebagian besar negara di dunia termasuk Indonesia, suplai energi listrik masih mengandalkan pembangkit berbahan bakar fosil yakni minyak bumi, gas alam dan batu bara yang terbatas jumlahnya di alam dan suatu saat akan habis, sementara permintaan akan energi listrik terus bertambah. Oleh karena itu pemanfaatan energi pada masa sekarang ini sudah diarahkan pada penggunaan energi terbarukan yang ada di alam. Misalnya energi air, energi angin, energi matahari, energi panas bumi, dan energi nuklir.

Hal ini dikarenakan energi terbarukan cukup mudah didapat dan dapat didaur ulang bila dibandingkan dengan energi fosil seperti minyak bumi dan batu bara. Untuk mendapatkan sumber energi fosil harus melalui berbagai proses dan susah mendapatkannya, karena umumnya terdapat di permukaan bumi. Selain itu cadangan sumber daya energi fosil mulai berkurang, karena sumber energi ini tidak dapat diperbaharui.

Sumber-sumber energi yang dikenal dengan sumber energi terbarukan seperti yang disebutkan di atas antara lain adalah energi air, energi angin, energi matahari, energi panas bumi, dan energi nuklir. Semua energi tersebut telah memenuhi kriteria sehingga dalam pemanfaatannya dapat menghemat penggunaan energi fosil yang terbatas.

Salah satu alternatifnya adalah pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut (Tidal Energy). Prinsip kerjanya sama dengan pembangkit listrik tenaga air biasa / micro hidro, yaitu pergerakan air dimanfaatkan untuk memutar turbin dan menghasilkan energi listrik. Energi diperoleh dari pemanfaatan variasi permukaan laut terutama disebabkan oleh efek gravitasi bulan, dikombinasikan dengan rotasi bumi dengan menangkap energi yang terkandung dalam perpindahan massa air akibat pasang surut. Selain dengan persediaan yang tiada habisnya teknologi ini juga ramah terhadap lingkungan dan dapat diperoleh secara gratis.

Indonesia dengan luas perairan hampir 60% dari total luas wilayah sebesar 1.929.317 km², seharusnya sudah bisa diterapkan teknologi alternatif tersebut. Apalagi dengan bentangan timur ke barat sepanjang 5.150 km dan bentangan utara ke selatan 1.930 km telah mendudukkan Indonesia sebagai negara dengan garis pantai terpanjang di dunia.

Pada musim hujan, angin umumnya bergerak dari utara barat laut dengan kandungan uap air dari Laut Cina Selatan dan Teluk Benggala. Saat musim barat, gelombang air laut naik dari biasanya di sekitar Pulau Jawa. Fenomena alamiah ini mempermudah pembuatan teknik pasang surut tersebut.

Pasang surut air laut juga dapat diprediksi oleh BMKG sehingga juga mempermudah dalam pembuatan teknik pasang surut tersebut. (Hanafi H., dkk., 2015 : 4)

Dari uraian tersebut di atas maka mendorong penulis untuk mencobamemanfaatkan energi pasang surut air laut yang ada di Kota Semarang. Khususnya di daerah Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu karena sudah tersedia tambak sebagai pengganti waduk dan sudah terpasang pintu air yang sampingnya di kelilingi tanggul sebagai pengganti bendungan / dam sehingga cocok sebagai tempat pengujian pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut. Atas dasar alasan tersebut diatas maka peneliti mengambil judul dalam penelitian ini yaitu **“PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PASANG SURUT AIR LAUT DI KELURAHAN TUGUREJO KECAMATAN TUGU KOTA SEMARANG”**

1.2 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari adanya kesalahpahaman dan menghindari pembahasan terlalu melebar, masalah yang dibahas pada proyek pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut ini akan dibatasi pada :

- a. Pembuatan Prototipe menggunakan bahan-bahan yang belum teruji kuat lama di daerah pesisir / laut sehingga perlu adanya penelitian lain untuk menentukan bahan yang tepat agar tidak mudah korosi terhadap air laut.

- b. Penelitian ini hanya sebatas pembuatan Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut dengan 1 arah kincir air sehingga jika ingin membalik arahputaran maka generator harus dibalik pula posisinya
- c. Penelitian ini hanya mengetahui potensienergi listrik tenaga pasang surut air laut di daerah Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang.
- d. Penelitian ini sebatas pengujian beban dengan lampu dan indikator – indikator alat ukur berupa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan.
- e. Pemanfaatan daya hanya sebatas sebagai lampu penerangan di lokasi tambak.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana merancang dan membuat Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut ?
- b. Bagaimana Prototipe bisa bekerja pada pengujian dipantu air tambak ?
- c. Berapa potensi energi listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di Kota Semarang ?

1.4 Tujuan Penelitian

Setiap kegiatan penelitian akan memiliki tujuan penelitian, sebab apabilatidak memiliki tujuan maka penelitian tersebut tidak akan menghasilkan sesuatuyang bermanfaat, begitu pula dalam skripsi ini.

Adapun tujuan dari penelitian ini :

- a. Membuat Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut
- b. Menguji Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut di Kelurahan Tugurejo Kecamatan Tugu Kota Semarang
- c. Mengetahui Potensi Tenaga Pasang Surut Air Laut sebagai pembangkit energi listrik di Kota Semarang.
- d. Mengembangkan energi alternatif penghasil energi listrik yang belum dimanfaatkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa manfaat, antara lain :

- a. Manfaat Teoritis

Secara umum dalam penelitian yang dilakukan ini, diharapkan mampu untuk memberikan sumbangsih dalam hal pengembangan prototipe pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut di kota semarang dan mengetahui potensi energi alternatif terbarukan yang terdapat di Indonesia khususnya di Kota Semarang.

- b. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi peneliti, Laboratorium jurusan Teknik Elektro Unnes, dan pihak lain :

1. Peneliti

Mampu menambah wawasan dan lebih memacu semangat untuk memperdalam pengetahuan tentang potensi energi listrik pada

pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut di kota Semarang dan pengembangan potensi energi alternatif terbarukan yang terdapat di Indonesia.

2. Laboratorium jurusan Teknik Elektro Unnes

Menambah alat praktikum agar adik – adik bisa mempelajari dan mengembangkannya (Jika alat / prototipe harus dibawa / dikumpulkan ke kampus UNNES).

3. Masyarakat Umum

Diharapkan dengan adanya penelitian ini membantu dalam penambahan daya listrik dan mengurangi penggunaan bahan bakar pada pembangkit yang sekarang ini banyak menggunakan bahan bakar fosil sehingga potensi pembangkit pasang surut air laut ini bisa bermanfaat dan ramah lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas garis besar dalam penyusunan skripsi ini maka dicantumkan sistematikanya. Adapun susunan sistematikanya terdiri dari bagian awal, isi dan akhir :

1. Bagian awal skripsi

Bagian awal ini berisi : Halaman judul, halaman pengesahan skripsi, abstrak, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. Bagian skripsi

Bagian ini terdiri dari :

BAB I Pendahuluan

Dalam bab ini penulis menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Kajian Pustaka

Bab ini berisi teori yang menunjang penelitian, yakni menguraikan tentang pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang uraian umum, perancangan prototype pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut, alat dan bahan penelitian, prosedur dan pelaksanaan penelitian, pengujian prototype pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut.

BAB IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Bab ini merupakan lanjutan dari bab sebelumnya, yaitu pelaksanaan pengolahan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan sebelumnya.

BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran – saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

3. Bagian akhir skripsi

Bagian ini berisi : Daftar pustaka dan lampiran – lampiran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini antara lain :

- a. Rancangan dan Uji Coba Prototipe Pembangkit Listrik Pasang Surut di Sulawesi Utara (Ferry Johnny Sangari,2012). Hasil dari penelitian ini adalah Perancangan dan uji coba Prototipe pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut yang di uji di Mangatasik Minahasa, Sulawesi Utara. Dari hasil analisa jika dibuat waduk pembangkit listrik tenaga pasang surut seluas 1800 m² di muara sungai Mangatasik sebagai lokasi penelitian, dapat menghasilkan energi sebesar 85,5 6 kiloJoule terjadi pasang surut dan daya listrik sebesar 30,38 kW.
- b. Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT (Ai Yuningsih dan Achmad Masduki,2011). Analisis pengukuran arus dengan ADCP bergerak diperoleh distribusi kecepatan arus yang terendah adalah 0.004 m/det dan tertinggi 3.68 m/det. Sedangkan dari hasil pengukuran arus dengan ADCP stasioner diperoleh harga kecepatan arus terendah adalah 0.002 m/det dan tertinggi sekitar 2.83 m/det. Kondisi ini erat kaitannya dengan tipe pasang surut di daerah penelitian, yaitu tipe semi diurnal dengan dua kali kejadian pasang dan dua kali kejadian surut dalam waktu 24 jam. Jadi, hasil

analisis energi arus ini sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit tenaga listrik.

- c. Pengujian Sudu Rata Prototipe Turbin Air Terapung Pada Aliran Sungai (Danny Harri Siahaan, 2009). Hasil dari penelitian ini adalah Perancangan dan uji coba prototipe pembangkit listrik dengan turbin terapung yang di uji di Sungai Namu Sira-Sira Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat, Sumatra Utara. Dengan hasil Daya sebesar 115 Watt dan putaran sebesar 1030 rpm.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Potensi Energi Air

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Sejak awal abad 18, kincir air banyak dimanfaatkan sebagai penggerak penggilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil. (Danny Harri Siahaan, 2009 : 5)

Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air bergantung pada besarnya head dan debit air. Dalam hubungan dengan reservoir air maka head adalah beda ketinggian antara muka air pada reservoir dengan muka air keluar dari kincir air/turbin air. Total energi yang tersedia dari suatu reservoir air adalah merupakan energi potensial air yaitu :

- $E_p = m g h$ (1)

(Danny Harri Siahaan. 2009 : 6)

Keterangan :

E_p adalah energi potensial air (Joule)

m adalah massa air

h adalah head (m)

g adalah percepatan gravitasi ($\frac{m}{s^2}$)

Dengan mensubstitusikan P terhadap ($\frac{E}{t}$) dan mensubstitusikan PQ

terhadap ($\frac{m}{t}$) maka :

- $P = \rho Qgh$ (2)

(Danny Harri Siahaan. 2009 : 7)

Keterangan :

P adalah daya (watt) yaitu

Q adalah kapasitas aliran ($\frac{m^3}{s}$)

ρ adalah densitas air ($\frac{Kg}{m^3}$)

Selain memanfaatkan air jatuh hydropower dapat diperoleh dari aliran air rata. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik

- $Ek = \frac{1}{2}mv^2$ (3)

(Danny Harri Siahaan. 2009 : 7)

Keterangan :

E adalah energi kinetis air (Joule)

V adalah kecepatan aliran air ($\frac{m}{s}$)

Daya air yang tersedia dinyatakan sebagai berikut :

- $P = \frac{1}{2}pQv^2$ (4)

(Danny Harri Siahaan. 2009 : 8)

Atau dengan menggunakan persamaan kontinuitas $Q = Av$ maka

- $P = \frac{1}{2}pAv^3$ (5)

(Danny Harri Siahaan. 2009 : 8)

Dimana A adalah luas penampang aliran air (m^2)

2.2.2 Pasang Surut Air Laut

Menurut Pariwono (1989), fenomenapasang surut diartikan sebagai naik turunnyapermukaan laut secara berkala akibatadanya gaya tarik benda-benda angkasaterutama matahari dan bulan terhadapmassa air di bumi. Demikian juga menurutDronkers (1964) pasang surut lautmerupakan suatufenomena pergerakannaik turunnya permukaan air laut secaraberkala yang diakibatkan oleh

kombinasigaya gravitasi dan gaya tarik menarikdari benda-benda astronomi terutama olehmatahari, bumi, dan bulan. Pengaruhbenda angkasa lainnya dapat diabaikankarena jaraknya lebih jauh, dan ukurannyalebih kecil.

Pasang surut laut merupakan hasildari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal.Efek sentrifugal adalah dorongankearah luar pusat rotasi. Gravitasi berbandinglurus dengan massa, tetapi berbandingterbalik dengan jarak. Meskipunukuran bulan lebih kecil dari pada matahari,gaya tarik gravitasi bulan dua kalilebih besar daripada gaya tarik mataharidalam membangkitkan pasang surut laut.Hal ini karena jarak bulan lebih dekatdaripada jarak matahari ke bumi. Gayatarik gravitasi menarik air laut ke arahbulan dan matahari dan menghasilkandua tonjolan (*bulge*) pasang surut gravitasionaldi laut. Lintang dari tonjolan pasangsurut ditentukan oleh deklinasi, sudutantara sumbu rotasi bumi dan bidangorbital bulan dan matahari (Gross, 1990).

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinyapasang surut berdasarkan teorikesetimbangan adalah rotasi bumi padasumbunya, dan revolusi bulan terhadapmatahari, revolusi bumi terhadap matahari.Sedangkan berdasarkan teori dinamisadalah kedalaman dan keluasan perairan,pengaruh rotasi bumi (gaya *coriolis*),dan gesekan dasar. Selain itu jugaterdapat beberapa faktor lokal yang dapatmempengaruhi pasang urut disuatu perairanseperti, topogafi

dasar laut, lebarselat, bentuk teluk, dan sebagainya, sehinggaberbagai lokasi memiliki ciri pasangsurut yang berlainan (Wyrcki, 1961).

Menurut Wyrcki (1961), pasang surut diIndonesia dibagi menjadi 4 yaitu: pasangsurut harian tunggal (*Diurnal Tide*), pasangsurut harian ganda (*Semi DiurnalTide*), pasang surut campuran condongharian tunggal (*Mixed Tide, PrevailingDiurnal*), dan pasang surut campurancondong harian ganda (*Mixed Tide, PrevailingSemi Diurnal*)

- b. Pasang surut harian tunggal (*DiurnalTide*) Merupakan pasang surut yanghanya terjadi satu kali pasang dan satukali surut dalam satu hari, ini terdapat diSelat Karimata.
- c. Pasang surut harian ganda (*Semi Diurnal Tide*) merupakan pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama dalam satu hari, ini terdapat di Selat Malaka hingga laut Andaman.
- d. Pasang surut campuran condong harian tunggal (*Mixed Tide, Prevailing Diurnal*) merupakan pasang surut yang tiap harinya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut tetapi terkadang dengan dua kali pasang dan dua kali surut yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktu, ini terdapat di Pantai Selatan Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.
- e. Pasang surut campuran condong harian ganda (*Mixed Tide, Prevailing Semi Diurnal*) merupakan pasang surut yang terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari tetapi terkadang terjadi

satu kali pasang dan satu kali surut dengan memiliki tinggi dan waktu yang berbeda, ini terdapat di Pantai Selatan Jawa dan Indonesia Bagian Timur.

Pasang surut laut adalah gerak relatif dari materi suatu planet, bintang dan benda angkasa lainnya yang disebabkan gaya gravitasi benda angkasa dari luar materi itu berada, sehingga terjadi peristiwa naik-turun permukaan air laut disertai gerakan horizontal massa air. Faktor-faktor non-Astronomis yang mempengaruhi tinggi gelombang pasang surut adalah kedalaman perairan dan keadaan meteorologi serta faktor hidrografis lainnya. Pasang surut tidak hanya fenomena naik-turunnya air laut secara vertikal tetapi juga merupakan fenomena gerakan air laut secara horizontal (Haryono, dkk., 2007:10–11).

Pasang-surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal, yakni dorongan ke arah luar pusat rotasi. Hukum gravitasi Newton menyatakan, bahwa semua massa benda tarik menarik satu sama lain dan gaya ini tergantung pada besar massanya, serta jarak di antara massa tersebut. Gravitasi bervariasi secara langsung dengan massa, tetapi berbanding terbalik terhadap jarak. Sejalan dengan hukum di atas, dapat dipahami bahwa meskipun massa bulan lebih kecil dari massa matahari tetapi jarak bulan ke bumi jauh lebih kecil, sehingga gaya tarik bulan terhadap bumi pengaruhnya lebih besar dibanding matahari terhadap bumi. Kejadian yang sebenarnya dari gerakan pasang air laut sangat berbelit-belit, sebab gerakan tersebut tergantung pula pada rotasi bumi, angin, arus

laut dan keadaan-keadaan lain yang bersifat setempat. Gaya tarik gravitasi menarik air laut ke arah bulan dan matahari dan menghasilkan dua tonjolan (bulge) pasang surut gravitasional di laut. Lintang dari tonjolan pasang surut ditentukan oleh deklinasi, yaitu sudut antara sumbu rotasi bumi dan bidang orbital bulan dan matahari. (Wardiyatmoko & Bintarto, 1994)

Pasang-sumut laut dapat didefinisikan pula sebagai gelombang yang dibangkitkan oleh adanya interaksi antara bumi, matahari dan bulan. Puncak gelombang disebut pasang tinggi (High Water/RW) dan lembah gelombang disebut surut/pasang rendah (Low Water/LW). Perbedaan vertikal antara pasang tinggi dan pasang rendah disebut rentang pasang-surut atau tunggang pasut (tidal range) yang bisa mencapai beberapa meter hingga puluhan meter. Periode pasang-surut adalah waktu antara puncak atau lembah gelombang ke puncak atau lembah gelombang berikutnya. Harga periode pasang-surut bervariasi antara 12 jam 25 menit hingga 24 jam 50 menit. (Ferry Sangari, 2012: 5)

Pasang surut menggerakkan air dalam jumlah besar setiap harinya dan pemanfaatannya dapat menghasilkan energi dalam jumlah yang cukup besar. Dalam sehari bisa terjadi hingga dua kali siklus pasang surut. Oleh karena waktu siklus bisa diperkirakan (kurang lebih setiap 12,5 jam sekali), suplai listriknya pun relatif lebih dapat diandalkan daripada pembangkit listrik bertenaga ombak. Namun demikian, hanya terdapat sekitar 20 tempat di dunia yang telah

diidentifikasi sebagai tempat yang cocok untuk pembangunan pembangkit listrik bertenaga pasang surut.

Pada dasarnya ada dua metodologi untuk memanfaatkan energi pasang surut, yaitu:

1. Dam Pasang Surut (*Barrage Tidal System*)

Prinsip Kerja

Teknologi pasang surut dengan membangun dam merupakan teknologi yang paling lama digunakan. Ekstraksi energi didapat dari perbedaan ketinggian antara air di dalam dam dan diluar dam (laut). Dam yang dibangun untuk memanfaatkan siklus pasang surut jauh lebih besar daripada dam air sungai pada umumnya. Dam ini biasanya dibangun di muara sungai dimana terjadi pertemuan antara air sungai dengan air laut. Saat pasang air mengalir memasuki dam sampai kondisi tertentu lalu air tersebut ditahan, bila laut sudah surut air dialirkan kembali ke laut melewati turbin air sehingga energi listrik diperoleh.



Gambar 2.1 Prinsip Kerja *Barrage Tidal System*
Sumber <http://osy.org/education/WaterPower>

Persamaan untuk menghitung energi adalah :

- $E = H \times V \dots\dots\dots (6)$

(Ferry Sangari, 2012 : 34)

Keterangan: E = Energi yang dibangkitkan per siklus

H = Selisih tinggi permukaan antara pasang surut

V = Volume waduk

Persamaan untuk menghitung daya listrik adalah:

- $P = fQH \dots\dots\dots (7)$

(Ferry Sangari, 2012 : 34)

Keterangan : P = daya listrik dalam kW

f = faktor efisiensi 0,7–0,8

Q = debit air (m³)

H = tinggi pasang surut terbesar (m).

Pembangkit listrik tenaga pasang surut (PLTPs) terbesar di dunia terdapat di muara sungai Rance di sebelah utara Perancis. Pembangkit listrik ini dibangun pada tahun 1966 dan berkapasitas 240 MW. PLTPs La Rance didesain dengan teknologi canggih dan beroperasi secara otomatis, sehingga hanya membutuhkan dua orang saja untuk pengoperasian pada akhir pekan

dan malam hari. PLTPs terbesar kedua di dunia terletak di Annapolis, Nova Scotia, Kanada dengan kapasitas hanya 16 MW.

Dalam perkembangannya sistem dam ini berdampak pada lingkungan, walau berhasil menghasilkan energi listrik lumayan besar, namun ekologi air berbagai jenis satwa yang berhubungan antara muara dan laut tidak berkembang biak dengan baik.

2. Turbin Lepas Pantai (*Offshore Turbines*)

Turbin lepas pantai ini lebih menyerupai pembangkit listrik tenaga angin versi bawah laut. Bentuk dari tidal turbine sangat beragam seperti halnya wind turbine. Tidal turbine terbesar dipasang Scotlandia berbobot 1300 ton dengan tinggi sekitar 22 m, dengan kecepatan aliran laut 2.65 m/s mampu menghasilkan daya sampai dengan 4000 Twh setiap tahun, diharapkan turbin ini mampu digunakan lebih dari 1000 rumah tangga.



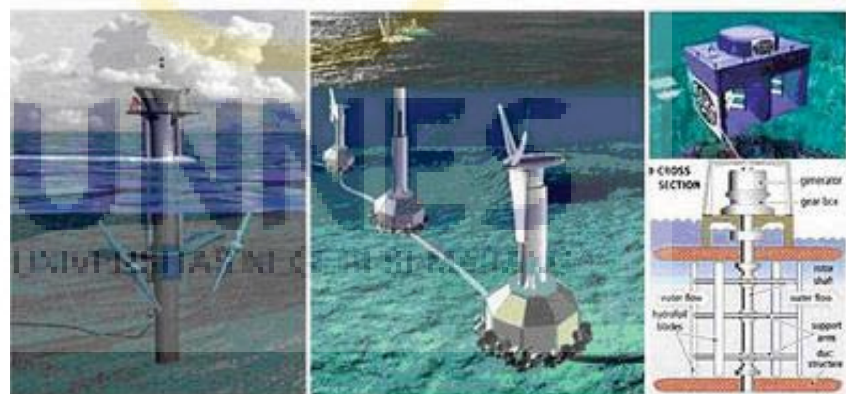
Gambar

2.2 Tidal Turbine di Dalam Laut

Sumber <http://osv.org/education/WaterPower>

Keunggulannya dibandingkan metode pertama yaitu: lebih murah biaya instalasinya, dampak lingkungan yang relatif lebih kecil daripada pembangunan dam, dan persyaratan lokasinya pun lebih mudah sehingga dapat dipasang di lebih banyak tempat. Sistem ini tidak memerlukan bendungan, namun langsung terpasang di lautan lepas, gaya dorong dihasilkan dari pegerakan energi kinetik arus laut, dikarenakan densitas air lebih tinggi dari pada angin, offshore turbine dapat menghasilkan energi yang lebih besar dengan ukuran yang sama untuk wind turbine.

Beberapa perusahaan yang mengembangkan teknologi turbin lepas pantai adalah: Blue Energy dari Kanada, Swan Turbines (ST) dari Inggris, dan Marine Current Turbines (MCT) dari Inggris.



Gambar 2.3 Macam-Macam Jenis Turbin Lepas Pantai yang digerakkan oleh Arus Pasang Surut.

Sumber <http://osv.org/education/WaterPower>

Prinsip Kerja

Teknologi MCT bekerja seperti pembangkit listrik tenaga angin yang ditenamkan di bawah laut. Dua buah baling dengan diameter 15-20 meter memutar rotor yang menggerakkan generator yang terhubung kepada sebuah kotak gir (gearbox). Kedua baling tersebut dipasang pada sebuah sayap yang membentang horizontal dari sebuah batang silinder yang diborokan ke dasar laut. Turbin tersebut akan mampu menghasilkan 750-1500 kW per unitnya, dan dapat disusun dalam barisan-barisan sehingga menjadi ladang pembangkit listrik. Demi menjaga agar ikan dan makhluk lainnya tidak terluka oleh alat ini, kecepatan rotor diatur antara 10-20 rpm (sebagai perbandingan saja, kecepatan baling-baling kapal laut bisa berkisar hingga sepuluh kalinya).

Dibandingkan dengan MCT dan jenis turbin lainnya, desain Swan Turbines memiliki beberapa perbedaan, yaitu: baling-balingnya langsung terhubung dengan generator listrik tanpa melalui kotak gir. Ini lebih efisien dan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan teknis pada alat. Perbedaan kedua yaitu, daripada melakukan pemboran turbin ke dasar laut menggunakan pemberat secara gravitasi (berupa balok beton) untuk menahan turbin tetap di dasar laut.

Adapun satu-satunya perbedaan mencolok dari *Davis Hydro Turbines* milik Blue Energy adalah poros baling-balingnya yang vertikal (*vertical-axis turbines*). Turbin ini juga dipasangkan di dasar laut menggunakan beton dan dapat disusun dalam satu baris bertumpuk membentuk pagar pasang surut (*tidal fence*) untuk mencukupi kebutuhan listrik dalam skala besar.

Kelebihan dan Kekurangan

Adapun kelebihan dan kekurangan dari tidal energy (energi pasang surut), diantaranya adalah:

Kelebihan:

- a. Setelah dibangun, energy pasang surut dapat diperoleh secara gratis.
- b. Tidak menghasilkan gas rumah kaca.
- c. Tidak membutuhkan bahan bakar
- d. Biaya operasi rendah
- e. Produksi listrik stabil
- f. Pasang surut air laut dapat diprediksi
- g. Turbin lepas pantai memiliki biaya instalasi rendah dan tidak menimbulkan dampak lingkungan yang besar

Kekurangan:

- a. Biaya pembangunan sangat mahal

- b. Meliputi area yang sangat luas sehingga merubah ekosistem lingkungan baik ke arah hulu maupun hilir hingga berkilo-kilometer
- c. Hanya dapat mensuplai energi kurang lebih 10 jam setiap harinya, ketika ombak bergerak masuk ataupun keluar.

2.2.3 Klasifikasi Kincir Air

Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa putaran pada poros kincir. Ada beberapa tipe kincir air yaitu :

1. Kincir Air Overshot

Kincir air overshot bekerja bila air yang mengalir jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas, dan karena gaya berat air roda kincir berputar.



Gambar 2.4 Kincir Air Overshot
Sumber <http://osv.org/education/WaterPower>.

Kincir air overshot adalah kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain.

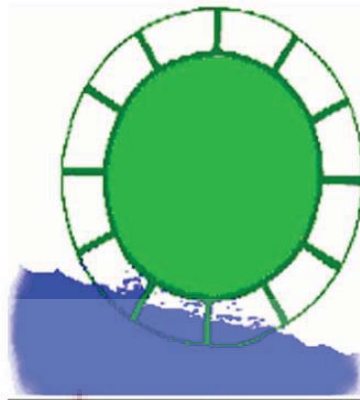
Keuntungan

- a. Tingkat efisiensi yang tinggi dapat mencapai 85%.
- b. Tidak membutuhkan aliran yang deras.
- c. Konstruksi yang sederhana.
- d. Mudah dalam perawatan.
- e. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir.

Kerugian

- a. Karena aliran air berasal dari atas maka biasanya reservoir air atau bendungan air, memerlukan investasi yang lebih banyak.
 - b. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putaran tinggi.
 - c. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan.
 - d. Daya yang dihasilkan relatif kecil.
2. Kincir Air Undershot

Kincir air undershot bekerja bila air yang mengalir, menghantam dinding sudu yang terletak pada bagian bawah dari kincir air. Kincir air tipe undershot tidak mempunyai tambahan keuntungan dari head.



Gambar 2.5 Kincir Air Undershot
Sumber. <http://osv.org/education/WaterPower>.

Tipe ini cocok dipasang pada perairan dangkal pada daerah yang rata. Tipe ini disebut juga dengan "Vitruvian". Disini aliran air berlawanan dengan arah sudu yang memutar kincir.

Keuntungan

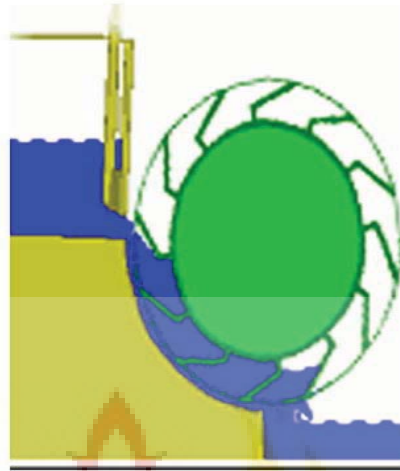
- a. Konstruksi lebih sederhana
- b. Mudah untuk dipindahkan
- c. Lebih ekonomis

Kerugian

- a. Daya yang dihasilkan relatif kecil
- c. Efisiensi kecil

3. Kincir Air Breastshot

Kincir air Breastshot merupakan perpaduan antara tipe overshot dan undershot dilihat dari energi yang diterimanya.



Gambar 2.6 Kincir Air Breastshot
Sumber. <http://osv.org/education/WaterPower>

Jarak tinggi jatuhnya tidak melebihi diameter kincir, arah aliran air yang menggerakkan kincir air disekitar sumbu poros dari kincir air. Kincir air jenis ini memperbaiki kinerja dari kincir air tipe under shot.

Keuntungan

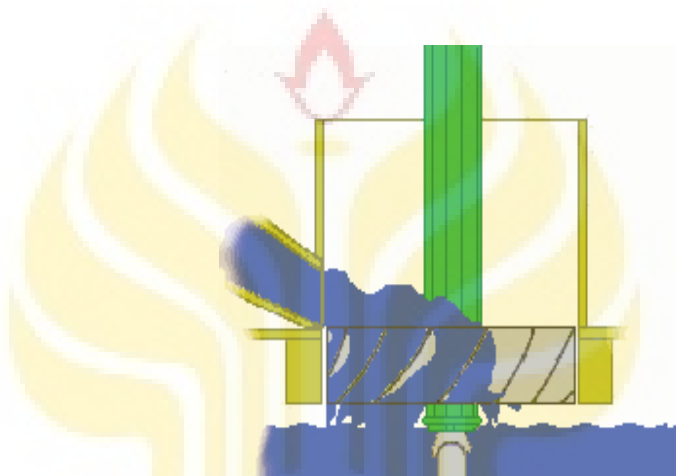
- a. Tipe ini lebih efisien dari tipe under shot
- b. Dibandingkan tipe overshot tinggi jatuhnya lebih pendek
- c. Dapat diaplikasikan pada sumber air aliran rata

Kerugian

- a. Sudu-sudu dari tipe ini tidak rata seperti tipe undershot (rumit)
- b. Diperlukan dam pada arus aliran rata
- c. Efisiensi lebih kecil dari pada tipe overshot

4. Kincir Air Tub

Kincir air Tub merupakan kincir air yang kincirnya diletakkan secara horisontal dan sudu-sudunya miring terhadap garis vertikal, dan tipe ini dapat dibuat lebih kecil dari pada tipe overshoot maupun tipe undershot.



Gambar 2.7 Kincir Air Tub

Sumber. <http://osv.org/education/WaterPower>

Karena arah gaya dari pancuran air menyamping maka, energi yang diterima oleh kincir yaitu energi potensial dan kinetik.

Keuntungan

- a. Memiliki konstruksi yang lebih ringkas
- b. Kecepatan putarnya lebih cepat

Kerugian

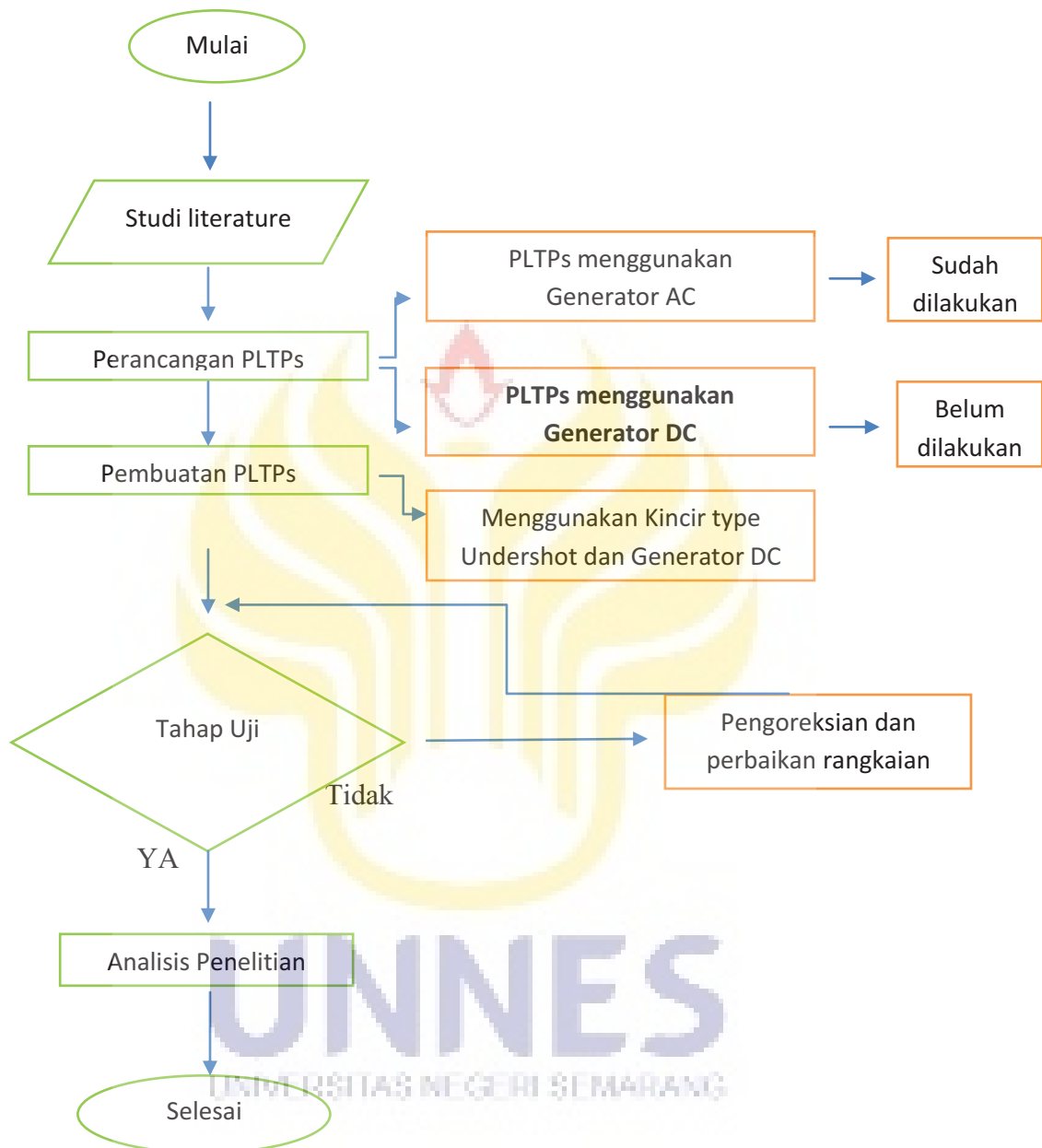
- a. Tidak menghasilkan daya yang besar
- b. Karena komponennya lebih kecil membutuhkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi.

2.3 Kerangka Berpikir

Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut (PLTPs) pada dasarnya sama seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) / Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dimana memerlukan dua data yang penting yaitu debit air dan ketinggian jatuh untuk menghasilkan tenaga yang bermanfaat dalam sistem konversi tenaga, menyerap tenaga dari bentuk ketinggian dan aliran, dan menyalurkan tenaga dalam bentuk daya mekanik ke daya listrik. Tetapi perbedaannya untuk ketinggian jatuh adalah perbedaan tinggi permukaan air laut maka diperlukan sebuah bak penampungan sehingga ketika air dari laut pasang masuk ke dalam bak penampungan tersebut. Maka dari itu diperlukan pembuatan Dam / Bendungan untuk menyekat antara laut dan waduk / penampungan air. Waduk dan bendungan kecil yang diperlukan untuk memanfaatkan tenaga pasang surut juga dapat memainkan peran yang sangat penting dalam melindungi kota-kota terdekat atau pelabuhan dari gelombang berbahaya pada saat terjadi badai.

Untuk pembuatan protipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut, peneliti menggunakan tambak udang / bandeng sebagai waduk dan tanggul sebagai bendungan, juga pintu air sebagai pintu masuk air pasang dari laut / sungai.

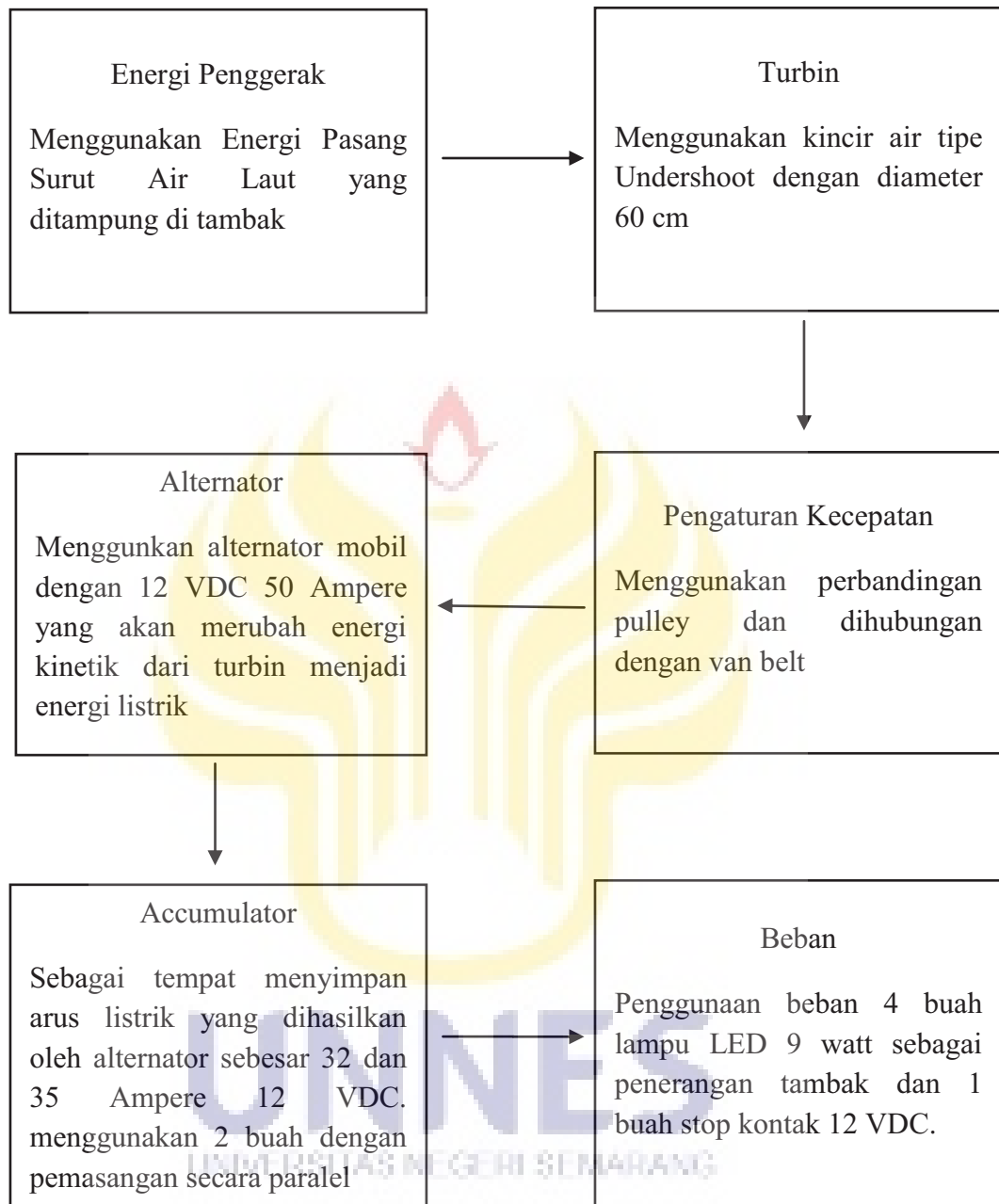
Berikut flowchart penelitian :



Gambar 2.8Flowchart Penelitian

Flowchart diatas menjelaskan urutan dari penelitian ini, sehingga dalam penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan sudah direncanakan.

Berikut Desain sistem kerja Prototipe PLTPs :



Gambar 2.9Desain Sistem Kerja PLTPs

2.4 Hipotesis

Dari kerangka berfikir yang sudah dikemukakan maka hipotesis yang dapat diambil adalah Prototipe Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut Air Laut bermanfaat karena menggunakan energi terbarukan sebagai

penggeraknya, tidak ada gas emisi, pasang surut bisa diprediksi dan penggunaan daya skala kecil untuk penerangan. Juga protipe ini bisa dibuat dan dimanfaatkan sebagai alternatif energi baru.



BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Dari pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk luas penampungan waduk 32.000 m² dengan potensi energi pasang surut di Kota Semarang yang beda ketinggian air laut antara pasang tertinggi dan surut terendah adalah 0,9 m didapat **Energi Maksimum** persiklus pengisian waduk adalah **43,2 Kilo Joule**.
2. Untuk luas penampungan waduk 32.000 m² dengan potensi energi pasang surut di Kota Semarang yang beda ketinggian air laut antara pasang tertinggi 1,1 m **Daya listrik maksimum** persiklus pengisian waduk adalah **1,03 Kilo Watt**.
3. Tegangan maksimal yang dihasilkan untuk pengisian akumulator adalah ketika fase pasang dengan beda ketinggian air **50 cm** menghasilkan **Tegangan 13,3 Volt** dan **Arus listrik 22,3 Ampere** yang bertahan hanya 1 jam pada putaran **1080 Rpm**. Sehingga **Daya** yang dihasilkan adalah **296,6 Watt**.
4. Pada fase **Air Pasang / mengisi tambak** merupakan percobaan yang menghasilkan tegangan listrik terbesar dibanding fase surut / megosongkan tambak dikarenakan tekanan dari laut lebih besar.

5. Untuk beban yang digunakan sangat cocok untuk **penerangan** sebab lampu LED sangat hemat energi sehingga energi yang tersimpan pada saat pengechargean akumulator dapat dimanfaatkan
6. Untuk jenis generator yang cocok digunakan adalah jenis **generator DC** dan disimpan di **akumulator** karena PLTPs bekerja pada waktu-waktu tertentu dan tegangan tidak bisa stabil.
7. Untuk penerapan pembangkit listrik tenaga pasang surut air laut di Kota Semarang dengan skala besar **kurang efektif** karena beda pasang tertinggi dan terendah terlalu kecil sehingga daya yang dihasilkan kecil dan biaya awal cukup tinggi. Tetapi untuk keperluan penerangan / skala rumah tangga bisa dikembangkan.

5.2 Saran

Setelah melakukan kegiatan penelitian, saran yang diharapkan adalah :

1. Untuk penggunaan alat dan bahan perlu dipilih yang anti karat karena mudah sekali korosi dengan air laut sehingga tidak awet.
2. Untuk mendapatkan daya yang besar perlu pembuatan waduk penampungan yang besar dan kedalaman kincir juga yang dalam sehingga mendapatkan beda ketinggian air yang tinggi pula.
3. Perlu ada penelitian lanjutan tentang dampak terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai Yuningsih dan Achmad Masduki. 2011. *Potensi Energi Arus Laut Untuk Pembangkit Tenaga Listrik di Kawasan Pesisir Flores Timur, NTT*. Jurnal Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia dan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB.
- Dandekar, M.M. & Sharma, K.N. 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Danny Harri Siahaan. 2009. *Pengujian Sudu Rata Prototipe Turbin Air Terapung Pada Aliran Sungai*. FT : Universitas Sumatra Utara Medan.
- Dronkers, J.J. 1964. *Tidal Computations in Rivers and Coastal Waters*. Amsterdam: North-Holland Publishing Company.
- Gross, M.G. 1990. *Oceanography; A View of Earth* Prentice Hall, Inc. Englewood Cliff. New Jersey.
- Gunawan, Putu Nopa. 2013. *Sumber Energi Non Konvensional "Pembangkit Listrik Tenaga Energi Pasang Surut"*. FT : Universitas Hasanuddin.
- Haryono, A., Gunawan, S., dan Hansen, M. 2007. *Potensi Tenaga Pasang Surut sebagai Alternatif Pembangkit Tenaga Listrik Menggunakan Model Waduk Penampung Air di Bengkulu*. Jurnal Sains dan teknologi Indonesia BPPT/ ANY, 5 (5).
- Johnny Sangari, Ferry. 2012. *Rancangan dan Ujicoba Prototipe Pembangkit Listrik Pasang Surut di Sulawesi Utara*. FT : Universitas Negeri Manado. Jurnal Ilmiah Elite Elektro Vol 3, 1, Maret 2012 : 33 – 36
- _____. 2014. *Perancangan Pembangkit Listrik Pasang Surut Air Laut*. FT : Universitas Negeri Manado. Jurnal Teknologi dan Kejuruan, vol. 37, no. 1, pebruari 2014:187-196

- Kholis Nur Faizin. 2016 *Pengaruh Variasi Diameter Pulley Alternator dan Daya Motor Terhadap Arus dan Kecepatan Proses Pengisian Baterai 12 Volt*. FT : Politeknik Negeri Madiun. JEECAE vol. 1 no.1 Oktober 2016:53-58
- Mahlan, Musrefinah. 1984. *Sumber Daya Pasang Surut Sebagai Sumber Energi Pembangkit Tenaga Listrik*. Oseana Volume IX Nomor 2 : 49 – 55. ISSN 0216 – 1877.
- Pariwono, J.I. 1989. *Gaya Penggerak Pasang Surut, dalam Pasang Surut*. Ed. Ongkosongo, O.S.R. dan Suyarso. Jakarta:P3O-LIPI.
- Simarmata J. 2010. *Rekayasa Perangkat Lunak*. Yogyakarta: Andi.
- Sugiyono. 2013. *Cara Mudah Menyusun: Skripsi, Tesis, dan Disertasi*. Bandung: Alfabeta.
- _____. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumotarto, U. 2012. *Pemanfaatan Energi Pasang Surut*. Jurnal Sains dan eknologi BPPT, 5 (5): 11.
- Wardiyatmoko , Bintarto K. 1994. *Geografi Untuk Sma Kelas 1*. Jakarta:Erlangga.
- Wyrcki, K. 1961. *Physical Oceanography of the South East Asian Waters*. Naga Report Vol. 2 Scripps, Institute Oceanography, California.
- <http://www.alpensteel.com/article/52-106-energi-laut-ombakgelombangarus/530-energi-gelombang-laut.html>. Diakses Pada tanggal 28 November 2016. (16:25)
- <http://www.greenstudentu.com/encyclopedia/energy/tidal>. Diakses Pada tanggal 15 Agustus 2016. (10:47)

http://www.klimaogenergiguide.dk/topic4_wave-power.html. Diakses Pada tanggal 8 September 2016. (19:24)

<http://majalahenergi.com/forum/energi-baru-dan-terbarukan/energi-laut/tf-2106-konversi-energi-sistem-pembangkit-listrik-tenaga-laut>. Diakses Pada tanggal 15 Agustus 2016. (11.30)

<http://osv.org/education/WaterPower>. Diakses Pada tanggal 15 Agustus 2016. (09:08)

<http://www.lemigas.esdm.go.id/?q=node/594>. Diakses Pada tanggal 8 September 2016. (20:07)

