

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Berdasarkan dengan penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Alat Flume Tank Type Flap Untuk Pemodelan Gelombang Laut Skala Laboratorium” terdapat beberapa teori yang diambil antara lain:

2.1.1 Pengertian Gelombang

Gelombang adalah getaran yang merambat. Bentuk ideal dari suatu gelombang akan mengikuti gerak sinusoidal. Selain radiasi elektromagnetik, dan mungkin radiasi radiasional, yang dapat berjalan melalui vakum, gelombang juga terdapat pada medium (yang karena perubahan bentuk dapat menghasilkan gaya pemulihan yang lentur) di mana mereka dapat berjalan dan dapat memindahkan energi dari satu tempat ke tempat lain tanpa mengakibatkan partikel medium berpindah secara permanen; yaitu tidak ada penguncian secara masal. Setiap titik khusus beresilasi di sekitar satu posisi tertentu. Suatu medium disebut:

- a. Linear jika gelombang yang berbeda di semua titik tertentu di medium bisa dijumlahkan
- b. Terbatas jika terbatas, selain itu disebut tak terbatas
- c. Seragam jika ciri-ciri fisiknya tidak berubah pada titik yang berbeda
- d. Isotropik jika ciri fisiknya sama pada arah yang berbeda

Gelombang laut telah menjadi perhatian utama dalam catatan sejarah. Aristoteles (384-322 SM) mengamati hubungan antara angin dan gelombang. Namun sampai sekarang pengetahuan tentang mekanisme pembentukan gelombang dan bagaimana gelombang berjalan di lautan masih belum sempurna. Ini sebagian karena karakteristik pengamatan gelombang di laut sulit dilakukan dan sebagian karena model matematika tentang perilaku gelombang berdasarkan dinamika fluida ideal, dan perairan laut tidak sepenuhnya ideal.

Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/grafik sinusoidal. Gelombang laut disebabkan oleh angin. Angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang.

Menurut Garrison, deskripsi sebuah gelombang hingga kini masih belum jelas dan akurat, oleh karena itu permukaan air laut merupakan suatu bidang yang kompleks dengan pola yang selalu berubah dan tidak stabil dan gelombang merupakan fenomena alam penaikan dan penurunan air laut secara periodik dan dapat dijumpai disemua tempat di seluru dunia massa air permukaan selalu dalam keadaan bergerak, gerakan ini terutama ditimbulkan oleh kekuatan angin yang bertiup melintasi permukaan air dan menghasilkan energi gelombang dan arus. Bentuk gelombang yang dihasilkan cenderung tidak menentu dan bergantung pada beberapa sifat gelombang, periode dan tinggi dimana gelombang dibentuk, gelombang jenis ini disebut "Sea" Gelombang yang terbentuk akan bergerak keluar menjauhi pusat asal gelombang dan merambat kesegalah arah, serta melepaskan energinya ke pantai dalam bentuk empasan gelombang. Rambatan gelombang ini dapat menempuh jarak ribuan kilometer sebelum mencapai sebuah pantai, jenis gelombang ini disebut "Swell". Gelombang mempunyai ukuran yang bervariasi mulai dari riak dengan ketinggian beberapa centimeter sampai pada gelombang badai yang dapat mencapai 25 ketinggian 30 meter. Selain oleh angin, gelombang dapat juga ditimbulkan oleh adanya gempa bumi, letusan gunung berapi dan tanah longsor di bawah air yang menimbulkan gelombang yang bersifat merusak (Tsunami) serta oleh adanya daya tarik bulan dan bumi yang menghasilkan gelombang tetap yang dikenal sebagai gelombang pasang surut [3].

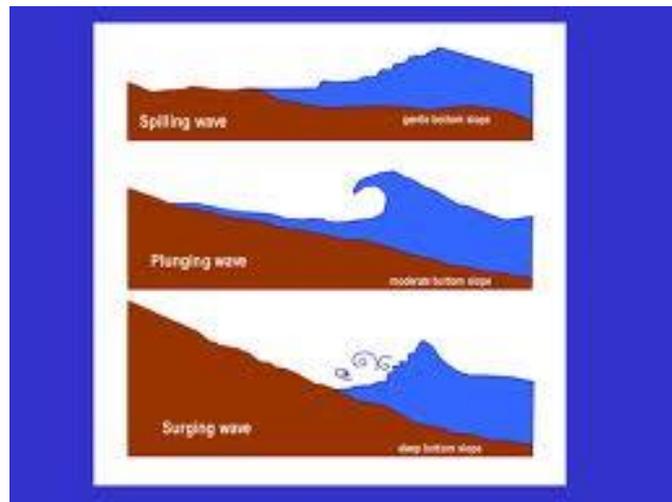
2.1.3 Gelombang Pecah

Gelombang pecah adalah suatu sistem yang sangat kompleks. Bahkan dalam beberapa jarak sebelum gelombang pecah, bentuknya tidak sinusoidal lag. Kemudian model matematika untuk gelombang seperti ini lebih kompleks dari yang diasumsikan dalam bab ini. Jika terjadi gelombang pecah, energi yang diterima dari angin berkurang. Beberapa energi dibalikkan kembali ke laut, banyak bergantung pada kemiringan pantai, semakin kecil sudut kemiringan pantai, semakin sedikit energi yang dibalikkan. Kebanyakan energi berkurang sebagai panas dalam percampuran skala kecil dari buih air dan pasir. Beberapa energi digunakan untuk memecahkan batu besar atau partikel mineral menjadi kecil, dan masih banyak lagi digunakan untuk meningkatkan tinggi gelombang dan selanjutnya meningkatkan potensi energi dari bentuk pantai. Aspek terakhir ini tergantung pada jenis gelombang yang lembut dan gelombang cenderung yang membangun pantai, tetapi gelombang badai mengikis pantai.

Empat jenis utama gelombang pecah:

1. Spilling, dicirikan oleh buih dan turbulensi di puncak gelombang. Tumpahan biasanya dimulai beberapa jarak dari pantai dan disebabkan jika lapisan air di puncak bergerak lebih cepat dari pada gelombang seluruhnya. Gelombang seperti ini dicirikan dengan kemiringan pantai yang landai. Gelombang pecah terlihat di pantai selama badai, jika gelombang curam dan pendek.
2. Plunging, adalah jenis gelombang yang paling menakjubkan. Bentuknya yang klasik, banyak disukai oleh peselancar. Puncaknya menggulung ke atas dan terjun ke bawah, penyerapan energinya pada jarak yang pendek. Plunging terjadi pada pantai yang relatif landai dan berkaitan dengan ombak yang panjang yang melelahkan oleh badai. Gelombang badai yang reda secara lokal jarang membentuk terjun di pantai yang landai, tetapi pada pantai yang terjal hal itu terjadi.

3. Collapsing, sama dengan plunging, kecuali pada puncak yang menggulung, muka gelombang jatuh. Gelombang ini terjadi pada pantai dengan kemiringan yang agak terjal dan dibawah kondisi angin yang sedang.
4. Lonjakan, terjadi pada pantai yang sangat terjal, terbentuk dari gelombang yang rendah dengan periode panjang, dan muka gelombang dan puncaknya relatif tidak pecah seperti gelombang yang meluncur ke pantai.



Gambar 2. 1 Tipe gelombang pecah

2.1.4 Gelombang Dengan Karakter Yang Tidak Biasa

Gelombang dengan karakter yang tak biasa merupakan hasil dari beberapa kondisi seperti kombinasi frekuensi-frekuensi gelombang, efek penyempitan daratan, interaksi antara gelombang dan arus laut, atau gempa bumi bawah laut. Dampak kehancuran gelombang besar tak normal ini telah diketahui, dan prediksi dimana dan kapan gelombang-gelombang tersebut terjadi sangat penting untuk kehidupan yang dekat dengan laut dan di laut terbuka.

2.1.5 Faktor-Faktor Pembentuk Gelombang

Secara umum gelombang yang terjadi di laut dapat terbentuk dari beberapa factor penyebab seperti: angin, pasang surut badai yang terjadi laut dan seiche.

1. Gelombang Angin (*Wind Wave*)

Gelombang Angin adalah gelombang yang disebabkan oleh angin kencang. Tinggi yang dimiliki gelombang angin rata-rata yang dihasilkan oleh gelombang angin merupakan fungsi dari kecepatan angin, waktu dimana angin bertiup, dan jarak dimana angin bertiup tanpa rintangan. umumnya semakin kencang angin bertiup semakin besar gelombang yang dihasilkan atau dibentuk dan pergerakan gelombang mempunyai kecepatan yang tinggi sesuai dengan panjang gelombang yang besar, gelombang yang terbentuk dengan cara ini umumnya mempunyai puncak yang kurang curam. Jika dibandingkan dengan tipe gelombang yang dibangkitkan dengan angin yang berkecepatan kecil atau lemah, saat angin mulai bertiup, tinggi gelombang, kecepatan gelombang yang dibangkitkan dengan angin yang berkecepatan panjang gelombang seluruhnya cenderung berkembang dan meningkat sesuai dengan meningkatnya waktu peniupan berlangsung. Tinggi yang dimiliki gelombang angin mulai dari puluhan sentimeter hingga 10 meter, dan panjang gelombangnya bisa mencapai 130 meter dengan periode 0,2-0,9 detik. (Hutabarat dan Evan, 1984).

2. Gelombang Kapiler (*Capillary Wave*)

Gelombang Kapiler adalah gelombang yang disebabkan oleh tegangan getaran permukaan laut dan tiupan angin yang lembut, gelombang kapiler merupakan jenis gelombang yang juga dikenal dengan sebutan riak. Gelombang ini memiliki panjang sekitar 1,7 meter. Oleh sebab itu gelombang kapiler merupakan jenis gelombang yang tidak terlalu berbahaya. Biasanya gelombang kapiler disebut masyarakat Indonesia dengan julukan gelombang riak. Panjang gelombang kapiler umumnya sekitar 1,7 meter dengan periode 0,2 detik

3. *Gelombang Pasang Surut (Tidal Wave)*

Gelombang Pasang Surut adalah gelombang yang disebabkan oleh fluktuasi gravitasi bulan, matahari, dan benda-benda angkasa lainnya yang mempunyai periode sendiri tipe pasang surut berbeda-beda dan sangat bergantung dari tempat dimana pasang itu terjadi tipe pasang surut yang terjadi di Indonesia terbagi yaitu tipe diurnal dimana terjadi satu kali pasang dan satu kali surut setiap hari misalnya yang terjadi di Kalimantan dan Jawa Barat, tipe pasang surut yang kedua yaitu semi diurnal, dimana pada jenis yang kedua ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, misalnya Indonesia Timur. Gelombang pasang surut memiliki panjang gelombang mencapai beberapa kilometer dengan periode waktu sekitar 5-24 jam.

4. Gelombang Badai atau Putting Beliung

Bentuk gelombang yang dihasilkan oleh badai yang terjadi di laut merupakan hasil dari cuaca yang tiba-tiba berubah menjadi buruk terhadap kondisi perairan kecepatan gelombang tinggi dengan puncak gelombang dapat mencapai 7 – 10 meter. Bentuk gelombang ini dapat menghancurkan pantai dengan vegetasinya maupun wilayah pantai secara keseluruhan. Jenis –jenis gelombang (Bhatt, 1978) mengemukakan bahwa ada 4 jenis gelombang antara lain:

a. Gelombang Katastropik

Gelombang ini adalah gelombang laut yang besar dan muncul secara tiba-tiba yang disebabkan oleh aktivitas gempa bumi, gunung api, dan sebagainya. Gelombang katastropik ini dinamakan berdasarkan akibat yang ditimbulkannya yaitu mampu menghancurkan apa saja yang ditemui. Gelombang ini juga sering disebut gelombang laut seismic atau Tsunami.

b. Gelombang Badai (Strom Wave)

Gelombang ini adalah gelombang pasang air laut tinggi yang ditimbulkan dari adanya hembusan angin kencang atau badai. Sering juga disebut Strong sugar. Gelombang badai ini dapat menyebabkan kerusakan yang besar untuk daerah pesisir.

c. Gelombang Internal

Gelombang ini adalah gelombang yang terbentuk pada pembatasan antara dua lapisan air yang berbeda densitasnya. Gelombang internal ini dapat ditemukan di bawah permukaan laut. Walaupun gelombang ini serupa dengan gelombang permukaan laut yang di terbitkan oleh angin, namun keduanya mempunyai perbedaan dalam beberapa hal.

d. Gelombang Stasioner

Gelombang ini adalah bentuk gelombang laut yang di cirikan dengan tidak adanya gerakan gelombang yang merambat, yaitu permukaan air hanya bergerak naik turun saja, umumnya ditemukan di perairan tertutup saja, misalnya pada danau, teluk, atau kanal. Gelombang ini sering disebut juga gelombang diam atau seiche. Gelombang ini dihasilkan oleh badai yang digunakan dengan kondisi atmosfer yang derastis, gelombang stasioner dapat menghancurkan masa hidup suatu organisasi dan dapat pula menyebabkan kerusakan daratan.

Jika merunut pada arah perambatannya, maka gelombang bisa dibagi ke dalam dua jenis, yaitu:

1. Gelombang Transversal

Yakni jenis gelombang dengan arah getaran yang tegak lurus dengan arah rambatannya. Satu gelombang dalam jenis ini terdiri atas satu lembah dan juga satu bukit. Contoh gelombang transversal ini adalah gelombang pada riak air dan gelombang pada benang yang digetarkan.

2. Gelombang Longitudinal

Jenis gelombang yang satu ini memiliki arah perambatan yang berhimpitan dengan arah getarannya di setiap bagian yang ada. Gelombang ini berupa rapatan juga renggangan. Contohnya adalah gelombang pada slingki atau pegas yang Anda tarik kemudian dilepas. Contoh lain dari gelombang longitudinal ini adalah gelombang bunyi.

Macam-macam gelombang jika didasarkan pada ada atau tidaknya medium perambatannya, terdiri atas:

a. Gelombang mekanik

Setiap batuan memiliki karakteristik dan sifat fisis yang beragam, salah satunya adalah kecepatan gelombang mekanik yang merambat pada batuan. Kecepatan gelombang mekanik menyatakan sifat khas dari suatu bahan, termasuk batuan. Menurut semakin kecil atau lambat kecepatan gelombang maka modulus elastisitasnya semakin kecil, Batuan yang mempunyai kecepatan gelombang dan elastisitas paling besar merupakan jenis batuan yang memiliki tingkat kekerasan tinggi dan tidak mudah pecah.

Gelombang mekanik adalah sebuah gelombang yang dalam perambatannya memerlukan medium. Contoh gelombang mekanik ialah gelombang bunyi yang merupakan gelombang longitudinal. Kecepatan rambat gelombang mekanik pada suatu medium padat ditentukan oleh frekuensi sumber, karakterisasi bahan, selalu memiliki frekuensi diri beserta harmoniknya yang disebabkan oleh karakterisasi suatu bahan seperti kerapatan molekul, porositas dan lain sebagainya. Suatu batuan memiliki dua komponen, yaitu komponen padatan dan komponen rongga (pori). Pori-pori merupakan ciri batuan sedimen klastik, yang semakin membulat pori-pori batuan maka cepat rambat gelombang semakin besar. Jenis gelombang yang satu ini memerlukan keberadaan medium. Medium ini bisa bermacam-macam baik itu padatan, gas ataupun cairan. Contoh medium ini adalah tali, air, slinki atau udara. Fungsi medium ini sendiri adalah untuk menyalurkan energi agar proses penjalaran gelombang bisa berjalan. Contoh gelombang mekanik adalah gelombang bunyi. Ia memerlukan perubahan tekanan udara di dalam ruang sebagai medium. Tanpa udara maka sudah pasti suara tak bisa merambat. Contoh lainnya adalah gelombang ombak di pantai. Tanpa air maka ia tak akan bisa muncul sebagai gelombang [4].

Kecepatan rambat gelombang merupakan parameter yang sering diukur baik secara insitu maupun secara laboratorium. Diantara sifat yang sering diukur adalah kecepatan gelombang mekanik kompresi. Gelombang (pressure) adalah gelombang longitudinal, yaitu gerak partikel yang mengalami gangguan searah dengan arah perambatannya. Bila suatu lapisan batuan dikenakan gangguan dari luar, maka pada batuan tersebut akan terjadi beberapa tipe gelombang yang merambat ke segala arah dengan kecepatan yang berbeda-beda [5].

3. Gelombang Elektromagnetik

Jenis gelombang yang satu ini tidak memerlukan adanya medium untuk merambat. Contoh paling nyata adalah gelombang cahaya. Misalnya cahaya matahari, tanpa medium apapun ia akan sampai ke bumi. Macam-macam gelombang apabila didasarkan pada sifat amplitudonya, antara lain:

- a. Gelombang diam atau berdiri (disebut juga gelombang stasioner/gelombang tegak). Jenis gelombang ini memiliki amplitudo yang berubah-ubah. Contoh gelombang jenis adalah senar pada gitar yang dipetik oleh pemainnya.
- b. Gelombang berjalan. Jenis gelombang yang satu ini memiliki amplitudo yang statis atau tetap di tiap titik yang dilalui oleh gelombang itu sendiri. Contohnya adalah gelombang yang ada pada tali [2].

Sifat dan Penggunaan Gelombang Elektromagnetik Sesuai dengan sifat cahaya, gelombang elektromagnetik mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Dapat merambat pada ruang hampa
- b. Merupakan gelombang transversal, yaitu arah getarnya tegak lurus dengan arah perambatannya.
- c. Dapat mengalami polarisasi.
- d. Dapat mengalami pemantulan (refleksi).
- e. Dapat mengalami pembiasan (refraksi).

- f. Dapat mengalami interferensi.
- g. Dapat mengalami lenturan (difraksi).
- h. Arah perambatannya tidak dibelokkan baik pada medan listrik maupun medan magnet.

2.1.6 Sifat-Sifat Gelombang

1. Pemantulan Gelombang

Pemantulan gelombang terjadi ketika sebuah gelombang menabrak sebuah penghalang atau sampai di ujung (batas) suatu medium yang dirambatinya, sehingga sebagian gelombang itu akan dipantulkan. Pemantulan gelombang disebut juga sebagai refleksi. Pada pantulan gelombang bidang sudut yang dibentuk oleh gelombang yang datang kepada permukaan pantulan sama dengan sudut yang dibuat oleh gelombang pantulnya hukum pemantulan.

2. Pembiasan Gelombang

Pembiasan gelombang terjadi ketika sebuah gelombang datang pada suatu permukaan batas yang memisahkan antara dua daerah dengan laju gelombang berbeda, sebagian gelombang akan dipantulkan dan sebagian lainnya akan ditransmisikan atau diteruskan. Peristiwa pembiasan gelombang ini disebut juga dengan istilah refraksi. Singkatnya pembiasan gelombang dapat terjadi ketika gelombang melewati dua medium yang berbeda kerapatannya. Pada pembiasan gelombang juga terjadi perubahan laju perambatan.

3. Difraksi Gelombang

Difraksi gelombang merupakan suatu pembelokan atau penyebaran gelombang karena gelombang tersebut merambat melewati suatu celah kecil atau ujung sebuah penghalang.

Adapun besarnya difraksi tergantung pada ukuran penghalang dan panjang gelombang. Ketika lebar celah lebih besar dari panjang gelombang dari berkas-berkas gelombangnya, maka efek difraksinya akan kecil. Sebaliknya, jika celah lebih sempit, maka efek difraksinya juga akan menjadi lebih jelas.

4. Dispersi Gelombang

Dispersi gelombang merupakan suatu perubahan bentuk sebuah gelombang ketika gelombang merambat melalui suatu medium. Medium dimana laju gelombang tidak bergantung pada panjang gelombang atau frekuensinya dapat disebut medium nondispersif. Dispersi gelombang terjadi saat ada perbedaan deviasi untuk setiap panjang gelombang, karena perbedaan kelajuan masing-masing gelombang pada saat melewati medium pembias. Peristiwa dispersi ini juga disebut sebagai penguraian gelombang.

5. Interferensi Gelombang

Sifat gelombang selanjutnya adalah interferensi gelombang dimana gelombang dapat digabungkan atau dipadukan. Pengertian interferensi gelombang sendiri adalah peristiwa perpaduan dua gelombang yang koheren yang memiliki frekuensi dan beda fase yang sama. Terdapat 2 (dua) jenis interferensi pada gelombang, yakni interferensi konstruktif dan destruktif. Interferensi konstruktif merupakan interferensi yang saling menguatkan jika 2 gelombang memiliki fase yang sama. Sedangkan interferensi destruktif malah saling melemahkan jika 2 gelombang berlawanan fase.

6. Efek Doppler

Efek doppler juga termasuk salah satu sifat gelombang. Sifat efek doppler ini akan terjadi ketika sebuah gelombang dan penerima bergerak saling mendekati, frekuensi yang terdeteksi kemudian akan menjadi lebih besar daripada frekuensi sumber. Jika suatu sumber gelombang dan penerima bergerak relatif satu sama lain, frekuensi yang terdeteksi oleh penerima tidak sama dengan frekuensi sumbernya. Salah satu contoh penggunaan efek doppler adalah penggunaan radar polisi untuk mengukur kelajuan mobil yang melintas.

6. Polarisasi Gelombang

Sifat gelombang yang terakhir adalah polarisasi gelombang, dimana gelombang dapat dikutubkan. Polarisasi merupakan peristiwa terserapnya sebagian atau seluruh arah getar gelombang. Peristiwa polarisasi ini hanya terjadi pada jenis gelombang transversal saja, dan tidak terjadi pada jenis gelombang longitudinal. Terdapat 2 (dua) jenis polarisasi gelombang, yakni polarisasi vertikal dan horizontal. Polarisasi vertikal terjadi ketika gelombang pertama yang diperoleh dengan cara menggerakkan tali ke arah atas dan ke arah bawah. Sedangkan polarisasi horizontal ketika gelombang kedua yang diperoleh dengan cara menggerakkan tali ke arah samping.

2.2 Sejarah *Prototype* Tangki Gelombang

Prototype tangki gelombang yang sudah dikembangkan dalam video *Daniel Rodger* dari *Jeremy Benn Pacific* menggunakan tangki gelombang untuk menunjukkan seberapa efektif berbagai jenis dan kombinasi pertahanan pantai dalam mencegah luapan gelombang dan risiko banjir. Prototipe tanki gelombang dikembangkan pada tahun 2015 dengan tim mahasiswa PhD dari *Fluid Dynamics Center for Doctoral Training (CDT) di University of Leeds*, tim Manajemen Risiko Pesisir di *JBA Consulting* dan *Hydrotec Ltd.*

Dalam percobaan yang dilakukan oleh Wazir Mawardi pada tahun 2012, beliau mendesain alat Tanki Mini Berarus (*Mini Flume Tank*) untuk penelitian tingkah laku renang ikan. Setelah pengujian kinerja *flume* tank dilakukan pengujian untuk mengobservasi tingkah laku renang ikan. Kesimpulan hasil penelitian meliputi:

1. Mini flume tank yang telah dikonstruksi memiliki dimensi 250 x 135 x 55 cm, dengan kapasitas 155 liter air, serta kecepatan arus berkisar antara 0 hingga 85 cm/det (1,7 knot).
2. Cermin pemantul, air bubble eliminator dan perata arus (*flow straightener*) yang dikonstruksi berhasil menunjukkan kinerja yang baik
3. Selama uji teknis dilakukan, arus yang terjadi pada setiap tingkat kecepatan yang dicobakan secara visual tampak cukup laminar.

4. Unjuk kerja (*durability*) motor penggerak adalah sebagai berikut:
 - a. Suhu motor telah mencapai stabil di bawah 60° C untuk frekuensi 10 Hz sd 40 Hz, dan 73° C untuk frekuensi 50 Hz, setelah kurang 100 menit motor hidup
 - b. Setelah lebih dari 200 menit motor hidup, rpm motor relatif stabil dan pada tingkat rpm berbeda perubahan suhu air hanya 0,2 hingga 1,8° C.
5. Pengujian terhadap *swimming endurance* ikan dapat dilakukan dengan baik.

Hasil pengujian terhadap aspek-aspek kecepatan renang ikan adalah:

- a. Semakin tinggi kecepatan renangnya maka semakin tinggi pula frekuensi tail beat dan sebaliknya ketahanan renangnya makin rendah.
- b. Kecepatan prolong maksimum dicapai ikan pada kecepatan renang relatif sebesar 29,2 cm/detik.
- c. Dengan memperkirakan durasi kecepatan renang lompatan ikan kerapu tikus tidak lebih dari 10 detik, maka kecepatan *burst speed* dicapai pada saat kecepatan renang sebesar 80,8 cm/detik
- d. Pola renang dari ikan kerapu tikus yang diamati adalah *Subcarangiform*
- e. Saat kecepatan tinggi, ikan kerapu tikus berenang menggunakan hanya sirip ekor saja, sedangkan pada kecepatan yang rendah, selain ekor ikan ini juga menggunakan sirip dadanya.

2.3 Pengertian *Flume Tank*

Flume Tank adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk demonstrasi atau percobaan mengenai perilaku gelombang dan sifat-sifat dasar gelombang, seperti: Gelombang sinusoidal, pemantulan gelombang, difraksi gelombang, dan interferensi gelombang, dengan mensimulasikannya menggunakan gelombang permukaan air.

Air ditempatkan pada sebuah wadah kaca akrilik memiliki ketebalan 0,5 cm dengan ukuran 630 cm x 30 cm x 45 cm. Kemudian rangka besi penyangga tangki mempunyai ketinggian 150 cm, tanki dan penyangga dapat di bongkar pasang. Dengan menggunakan pembangkit gelombang *type flap*, maka bentuk gelombang dapat diamati, riak atau gelombang yang ditimbulkan dengan menggunakan Pembangkit gelombang *type flap* yang menghasilkan gelombang air permukaan.

Tanki telah dibuat sebagai struktur modular yang terdiri dari satu bagian pantai dan satu bagian pembangkit gelombang, pantai memiliki panjang 80 cm dengan jarak antara ujung pantai 550 cm dari pembangkit gelombang. Pembangkit gelombang *type flap* digunakan untuk mendayung air sehingga menimbulkan gelombang air permukaan. *Flap* digerakkan oleh motor stepper yang memiliki *output* torsi konstan yang dapat diatur kecepatan putarannya.

Flume Tank atau Tangki Berarus adalah sebuah bentuk konstruksi alat yang dapat menampung air dalam jumlah tertentu dan dapat digunakan sebagai alat pengamatan yang dilengkapi dengan arus air yang terkontrol.

Flume Tank adalah Gelombang permukaan air yang dapat memunculkan berbagai gelombang diantaranya pembiasan gelombang, difraksi, refraksi dan interferensi gelombang. Gelombang mudah kita amati dengan menggunakan tangki riak atau tangki gelombang, dasar tangki riak terbuat bahan kaca akrilik berwarna bening.

2.4 Jenis *Flume Tank*

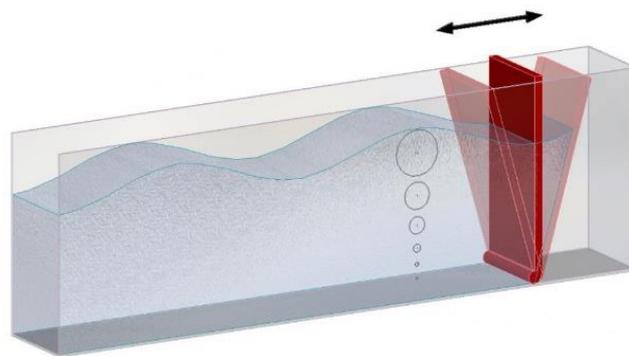
Dalam video yang di unggah *Daniel Rodger* dari *Jeremy Benn Pacific* pada tahun 2016 <https://www.youtube.com/watch?v=5OgSIC1eiPU>. menunjukkan seberapa efektif berbagai jenis dan kombinasi pertahanan pantai dalam mencegah luapan gelombang dan risiko banjir. Kami baru-baru ini meningkatkan mekanisme dayung kekuatan tangan kuno yang baik menggunakan sistem cam dan baji. Kami menemukan bahwa ini adalah cara yang bagus untuk mendorong partisipasi penonton, dan lebih andal dan kuat daripada sistem dayung bertenaga listrik yang digunakan dalam film. Hal ini juga mengurangi risiko yang terkait dengan air dan listrik berada di dekat. Jenis dayung ini biasanya digunakan untuk pemodelan struktur pantai, pelabuhan dan perangkat energi gelombang yang di pasang di pantai.

Sebagian besar tangki modern menggunakan salah satu dari dua jenis pembangkit gelombang. Generator gelombang *flap* digunakan untuk menghasilkan gelombang air dalam dimana gerakan partikel orbital menyeluruh dengan kedalaman dan ada gerakan yang dapat diabaikan di bagian bawah. Generator gelombang piston digunakan dimana air dangkal dibandingkan dengan panjang

gelombang. Di sini gerakan partikel orbital dikompresi menjadi elips dan ada gerakan horizontal yang signifikan di lantai tangki [6].

2.5 Mekanisme *Flume Tank Type Flap*

Prinsip kerja alat *Flume tank type flap* ini cukup sederhana, yakni dengan desain yang lebih kompleks dan berengsel ganda, bergerak secara vertikal, digerakkan oleh motor *stepper* yang memiliki *output* torsi konstan yang dapat diatur kecepatan putarannya. Memiliki bentuk kotak persegi panjang berisi cairan, biasanya air, meninggalkan ruang terbuka atau berisi udara di atasnya. Disalah satu ujung tangki terdapat akuator atau peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem yang dapat menghasilkan gelombang, kemudian untuk ujung lainnya memiliki permukaan seperti pantai. Alat ini digunakan untuk mengamati pola gelombang permukaan dari atas maupun dari samping. Secara sederhana bentuk *Flume Tank Type Flap* adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Mekanisme Kerja *Flume Tank Type Flap*

Sumber: S.Shaswat dan B.Jyotirmay

Sebagian besar tangki gelombang adalah desain khusus yang diproduksi di laboratorium masing-masing dimana tempat mereka digunakan sehingga ada banyak desain yang menarik dan inovatif.

2.6 Karakteristik Mesin Penggerak *Type Flap*

1. Menggunakan daya listrik
2. Tidak membutuhkan tenaga (*power*) dan torsi (*torque*) yang besar untuk menggerakkan dayung
3. Memiliki beberapa rangkaian komponen seperti; *motor stepper*, *stepper driver*, *power supply*, *speed control*, dan beberapa perlengkapan lainnya

4. Getaran dan suara yang dihasilkan lebih halus

2.7 Tinjauan Pustaka

1. Menurut Amdani [8] (Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang *SYSTEMATICS*, Vol. 1, No. 1, Desember 2019).

Dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Gelombang Air Laut Berbasis Mikrokontroller Arduino Uno**” dihasilkan kesimpulan bahwa secara keseluruhan alat ukur tinggi gelombang telah dapat beroperasi dengan baik dan menyimpan data secara *offline*, data yang terbaca tidak stabil dipengaruhi oleh permukaan air yang bergerak atau gelombang selalu berbeda pada setiap percobaan. Dalam pengambilan data menggunakan alat yang telah dibuat didapatkan nilai error yang mulai muncul pada percobaan ke 8, 9 dan 10. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya permukaan air sehingga terlalu dekat dengan keberadaan sensor. Hasil uji alat ukur tinggi gelombang dapat bekerja secara otomatis menyimpan data sehingga pada 10 kali percobaan ini didapatkan hasil dengan nilai rata-rata error sebesar 0.99%, kesalahan relatif antara data alat dan visual sebesar 1.96% dengan akurasi rata-rata sebesar 99%, selisih standar deviasi antara alat dan visual sebesar 0.0969 ini tidak signifikan. Hasil pembuatan *wave tank* sebagai media untuk percobaan secara otomatis terdapat kendala, hal ini terjadi karena faktor salah satu komponen penggerak gelombang (*servo*) mengalami kerusakan karena torsi *servo* yang kecil sehingga tidak mampu mengangkat beban massa air yang terlalu besar. Pada saat percobaan, dalam menggerakkan gelombang hanya secara manual karena pada dasarnya acuan pertama yang diamati merupakan gelombang saja.

2. Menurut Didit Adytia [9] (*School of Computing, Telkom University Received on Feb. 2017*).

Dengan judul “**Performansi Implementasi Numerik Metode *Pseudo Spectral* Pada Model Gelombang 1D Boussinesq**” dihasilkan kesimpulan bahwa Implementasi numerik *Pseudo-Spectral Method* (PSM) termasuk salah satu implementasi yang sangat sederhana untuk digunakan dan sangat efisien dari segi waktu komputasi.

3. Menurut Wazir Mawardi [10] (Sekolah Pasca Sarjana Insitut Pertanian Bogor. Januari 2012).

Dengan Judul “**Desain Dan Kontruksi Tangki Mini Berarus (*Mini Flume Tank*) Untuk Penelitian Tingkah Laku Renang Ikan**” dihasilkan kesimpulan bahwa *Mini flume tank* hasil desain dan konstruksi mempunyai ukuran $P \times L \times T = 250 \times 55 \times 135$ cm. Menghasilkan kecepatan aliran maksimum 85 cm/s (1,7 knot), dan kapasitas air 155 l. 2) Hasil pengujian terhadap kinerja *flume tank* adalah: Cermin pemantul menghasilkan bidang pandang tampak atas (*top view*) dapat dilihat dari satu sisi horisontal dengan baik. *Air bubble eliminator* berhasil mengurangi gelembung udara dalam aliran air dengan baik. Pemerata arus yang dikonstruksi berhasil meratakan arus pada setiap tingkat kecepatan yang di uji. Pengujian terhadap *swimming endurance* ikan dapat dilakukan dengan baik. 3) Suhu motor telah mencapai stabil pada suhu dibawah 60° C dalam kurun waktu kurang dari 1 jam pada rpm 292 sd 1146 Hz. Pada rpm 1411, suhu motor sudah mencapai 60° C dalam 25 menit dan mencapai suhu stabil pada 73° C setelah hampir 1 jam motor hidup. Rpm motor relatif stabil selama dihidupkan lebih dari 200 menit. Perubahan suhu air selama waktu tersebut dengan rpm berbeda-beda, berkisar antara 0,2 sd. 1,8° C . Hasil pengujian terhadap aspek-aspek kecepatan renang ikan yaitu semakin tinggi kecepatan renangnya maka makin tinggi pula frekuensi *tail beat*, sebaliknya ketahanan renangnya makin rendah. Kecepatan prolong maksimum dicapai ikan pada kecepatan renang relatif sebesar 29,2 cm/detik. Dengan memperkirakan durasi kecepatan renang lompatan ikan kerapu bebek tidak lebih dari 10 detik, maka kecepatan *burst speed* dicapai pada saat kecepatan renang sebesar 80,8 cm/detik. Pola renang dari ikan kerapu bebek yang diamati termasuk dalam kategori *Subcarangiform*. Pada kecepatan tinggi, ikan kerapu bebek hanya berenang menggunakan sirip ekor saja, sedangkan pada kecepatan renang yang rendah, ikan ini juga menggunakan sirip dadanya.

4. Menurut Firdaus [11] (Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sains Al-qur'an Jawa Tengah Di Wonosobo 2017)

Dengan judul **“ANALISIS SIFAT GELOMBANG PADA FLUIDA DENGAN TANGKI RIAK”** dihasilkan kesimpulan bahwa Percobaan pengaruh variasi tinggi air terhadap panjang gelombang diperoleh $R^2 = 1$, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi air dengan panjang gelombang sangat baik. Semakin tinggi air semakin besar panjang gelombang. Percobaan pengaruh variasi jenis fluida tanpa celah terhadap panjang gelombang diperoleh $R^2 = 1$, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara jenis fluida tanpa celah dengan panjang amplitudo sangat baik. Pada saat percobaan tanpa celah masing-masing jenis fluida memiliki panjang gelombang berbeda. Panjang gelombang paling tinggi pada larutan gula, minyak goreng dan larutan garam . Percobaan pengaruh variasi jenis fluida menggunakan celah tunggal terhadap panjang gelombang diperoleh $R^2 = 1$, hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara jenis fluida menggunakan celah tunggal dengan panjang amplitudo sangat baik. Pada saat menggunakan celah tunggal.