

**PEMILIHAN ANTARA GROIN DAN BREAKWATER
SEBAGAI BANGUNAN PENGAMAN PANTAI TIRAM
PADANG PARIAMAN**

TESIS

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Penyelesaian Studi di Program Studi
Magister Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Andalas*

Oleh:

MUHAMMAD YUSUF
NIM. 18 2 092 2 014

Pembimbing I:
MAS MERA, PhD
NIP. 19670505 199309 1 001

Pembimbing II:
Dr.Eng. JUNAIDI
NIP. 19760627 200501 1 001

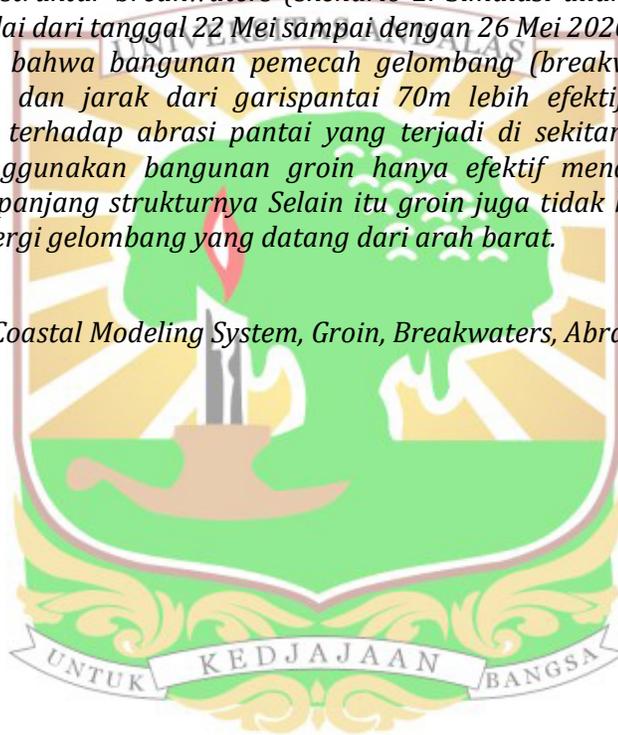


**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2022**

ABSTRAK

Penelitian ini adalah tentang simulasi numerik untuk memperkirakan efektivitas groin dan breakwaters sebagai bangunan pelindung Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman (Sumatera Barat-Indonesia) dengan menggunakan program jadi. Efektivitas bangunan pelindung dapat dilihat berdasarkan batimetri yang terbentuk akibat struktur tersebut. Simulasi dilakukan pada kondisi gelombang maksimum, dengan arah gelombang datang adalah dari arah barat (arah dominan). Simulas dilakukan dengan dengan 2 skenario, yaitu dengan penambahan struktur groin (skenario 1), dan dengan penambahan struktur breakwaters (skenario 2). Simulasi dilakukan selama 5 hari yaitu mulai dari tanggal 22 Mei sampai dengan 26 Mei 2020. Hasil simulasi menunjukkan bahwa bangunan pemecah gelombang (breakwaters) dengan panjang 80m dan jarak dari garis pantai 70m lebih efektif dalam upaya perlindungan terhadap abrasi pantai yang terjadi di sekitar Pantai Tiram. Simulasi menggunakan bangunan groin hanya efektif menahan angkutan sedimen di sepanjang strukturnya Selain itu groin juga tidak berfungsi untuk mereduksi energi gelombang yang datang dari arah barat.

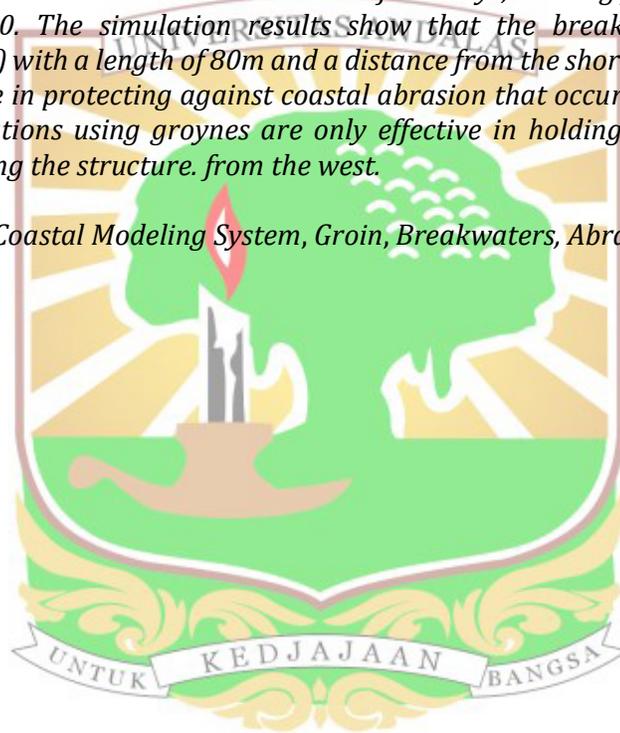
Kata Kunci: Coastal Modeling System, Groin, Breakwaters, Abrasi



ABSTRACT

This study is about numerical simulations to estimate the effectiveness of groynes and breakwaters as protective structures for Tiram Beach, Padang Pariaman Regency (West Sumatra-Indonesia) using a finished program. The effectiveness of the protective building can be seen based on the bathymetry formed by the structure. The simulation is carried out at maximum wave conditions, with the direction of the incoming wave being from the west (dominant direction). The simulation was carried out in 2 scenarios, namely with the addition of a groyne structure (scenario 1), and with the addition of a breakwaters structure (scenario 2. The simulation was carried out for 5 days, starting from May 22 to May 26, 2020. The simulation results show that the breakwater building (breakwaters) with a length of 80m and a distance from the shoreline of 70m are more effective in protecting against coastal abrasion that occurs around Tiram Beach Simulations using groynes are only effective in holding back sediment transport along the structure. from the west.

Kata Kunci: *Coastal Modeling System, Groin, Breakwaters, Abrasion*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
LEMBAR BERITA ACARA SIDANG TESIS	v
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1: PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	1
1.3 Batasan Masalah	1
BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA	5
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Pengumpulan Data	17
3.1.1 Data Batimetri	18
3.1.2 Data Kecepatan dan Arah Angin	18
3.1.3 Data Elevasi Pasang	18
3.2 Pengolahan Data	18
3.2.1 Data Batimetri	18
3.2.2 Data Angin	18
3.3 Menjalankan Surface Water Modeling System Versi 10.1	23
3.3.1 Simulasi Tahap I: <i>CMS-Wave</i> pada <i>Parent Grid</i>	25
3.3.2 Simulasi Tahap II: <i>Coupling CMS-Wave</i> dan <i>CMS-Flow</i> pada <i>Child Grid</i>	25

3.4	Pembahasan Hasil Simulasi	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Pengolahan Data Awal	29
4.1.1	Data Bathimetri	29
4.1.2	Data Angin	29
4.2	Menentukan Daerah Pembentukan Gelombang <i>Fetch</i>	30
4.2.1	<i>Fetch</i> Arah Barat	30
4.2.2	<i>Fetch</i> Arah Barat Daya	32
4.2.3	<i>Fetch</i> Arah Selatan	33
4.2.4	<i>Fetch</i> Arah Barat Laut	34
4.3	Simulasi Tahap I: Melakukan simulasi <i>CMS-Wave</i> pada <i>Parent Grid</i> (Grid Induk)	35
4.4	Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai	35
4.4.1	Perencanaan Groin	35
4.4.2	Perencanaan <i>Breakwaters</i>	36
4.5	Numerical Set-Up untuk Child Grid: CMS Wave	36
4.5.1	Koefisien Refleksi	36
4.5.2	Koefisien Difraksi	37
4.5.3	Koefisien Kekasaran Manning	37
4.5.4	<i>Numerical Set-Up</i> untuk <i>Child Grid</i> : CMS Wave: CMS Flow	37
4.6	Hasil Simulasi Groin	37
4.9	Hasil Simulasi <i>Breakwaters</i>	44
4.10	Perubahan Morfologi setelah simulasi	51
BAB 5. PENUTUP		55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA		57

DAFTAR GAMBAR

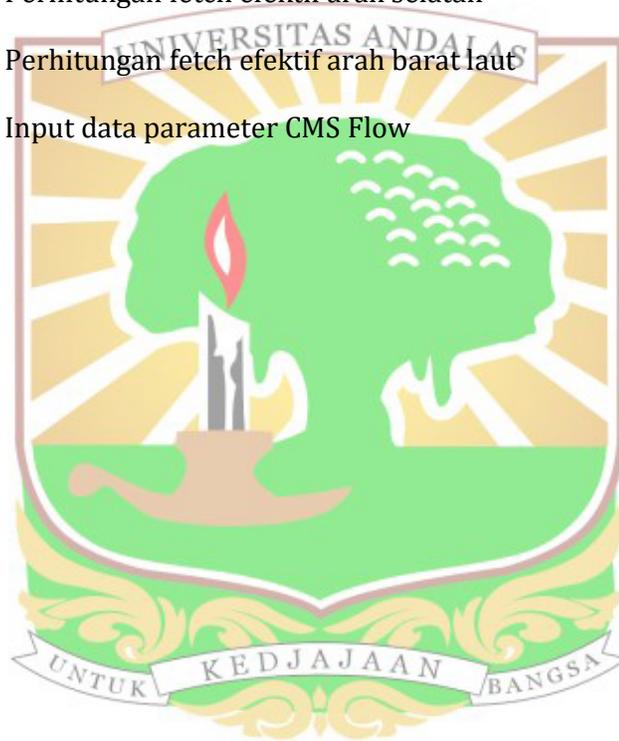
Gambar 1.1	Lokasi Pantai Tiram (Google Earth, 2020)	2
Gambar 1.2	Batimetri Pantai Tiram	3
Gambar 2.1	Perambatan gelombang menuju pantai (Lin, 2012)	8
Gambar 2.2	Konvensi vertikal untuk elevasi muka air dan dasar (Sanchez dkk, 2012)	11
Gambar 2.3	Proses <i>coupling CMS-Wave</i> dan <i>CMS-Flow</i> (Brown, 2010)	14
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	17
Gambar 3.2	Ratio amplifikasi (RT) (CERC, 1984)	20
Gambar 3.3	Ratio (RL) antara kecepatan angin di atas laut (UW) dengan kecepatan angin di daratan (UL) (CERC, 1984)	21
Gambar 3.4	Diagram alir pengolahan data angin	23
Gambar 3.5	Bagan alir menjalankan program Surface Water Modeling System versi 10.1	24
Gambar 3.6	Seri groin (USACE, 2002)	26
Gambar 3.7	Breakwaters (USACE, 2002)	27
Gambar 3.8	Elevasi pasang 22 Mei sampai 26 Mei 2020	27
Gambar 4.1	Data kontur	29
Gambar 4.2	Wind rose data angin 2012-2021 (Chrisnatilova, 2020)	30
Gambar 4.3	Fetch dari arah barat	31
Gambar 4.4	Fetch dari arah barat daya	32
Gambar 4.5	Fetch dari arah selatan	33
Gambar 4.6	Fetch dari arah barat laut	34
Gambar 4.7	Gelombang pecah simulasi groin	38

Gambar 4.8	Kondisi groin sebelum simulasi	39
Gambar 4.9	hasil simulasi hari ke 1	40
Gambar 4.10	hasil simulasi hari ke 2	41
Gambar 4.11	hasil simulasi hari ke 3	42
Gambar 4.12	hasil simulasi hari ke 4	43
Gambar 4.13	hasil simulasi hari ke 5	44
Gambar 4.14	Gelombang pecah simulasi breakwaters	45
Gambar 4.15	Kondisi <i>breakwaters</i> sebelum simulasi	46
Gambar 4.16	hasil simulasi breakwaters hari ke 1	47
Gambar 4.17	hasil simulasi breakwaters hari ke 2	48
Gambar 4.18	hasil simulasi breakwaters hari ke 3	49
Gambar 4.19	hasil simulasi breakwaters hari ke 4	50
Gambar 4.20	hasil simulasi breakwaters hari ke 5	51
Gambar 4.21	Hasil simulasi hari ke-5 groin dan breakwater	52
Gambar 4.22	Potongan groin	53
Gambar 4.23	Potongan Breakwaters	54



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Model spektrum gelombang CMS-Wave pada SMS versi 10.1 (Lindkk, 2008)	10
Tabel 4. 1	Perhitungan fetch efektif arah barat	31
Tabel 4.2	Perhitungan fetch efektif arah barat daya	32
Tabel 4.3	Perhitungan fetch efektif arah selatan	33
Tabel 4.4	Perhitungan fetch efektif arah barat laut	34
Tabel 4.5	Input data parameter CMS Flow	37



BAB 1: PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara administratif Pantai Tiram terletak di wilayah Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatera Barat. Luas Pantai Tiram yaitu sekitar 10,5 hektar serta memiliki hamparan pasir yang memanjang. Lokasi pantai juga dekat dengan Bandara Internasional Minangkabau (BIM) yaitu sekitar 12 km dan sekolah kedinasan di bawah pembinaan Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan (BPSDMP) yaitu Sekolah Politeknik Pelayaran Sumatera Barat. Pantai Tiram juga termasuk salah satu objek wisata alam (Wikipedia, 2020). Namun Pantai Tiram juga memiliki masalah utama yang sering kali terjadi, yaitu abrasi. Abrasi ini dapat mengancam kondisi pesisir Pantai Tiram yang menyebabkan mundurnya garis pantai.

Penulis tertarik melakukan penelitian untuk memilih bangunan pantai antara groin dan *breakwater* yang paling efektif untuk melindungi Pantai Tiram dengan cara simulasi menggunakan program jadi *Surface Water Modeling System* (SMS) versi 10.1. Modul yang digunakan *CMS-wave* dan *CMS Flow*.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah untuk memilih antara groin dan *breakwaters* yang paling cocok sebagai bangunan pengaman Pantai Tiram Padang Pariaman dengan simulasi numerik menggunakan program jadi *Surface Water Modeling System* (SMS) versi 10.1.

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu memberikan alternatif solusi perlindungan Pantai Tiram atas kerusakan bagi instansi terkait.

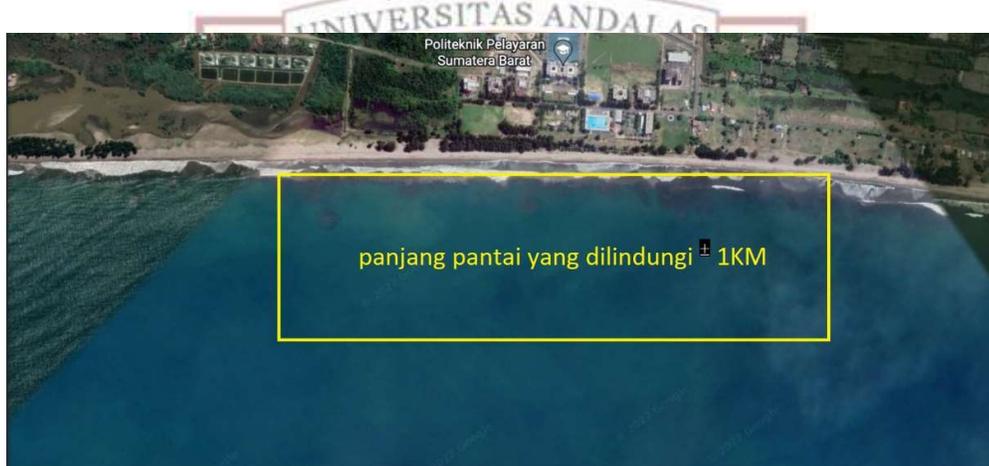
1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian diatas yang akan dilakukan adalah membandingkan efektivitas groin dengan *breakwaters* menggunakan

softwer *surface water modelling system* (SMS) yang didukung oleh data batimetri yang dapat di akses pada situs www.batnas.big.go.id (diakses pada tanggal 20 mei 2020) dan data angin yang di akses pada situs <http://dataonline.bmkg.go.id/> (diakses pada tanggal 20 mei 2020).

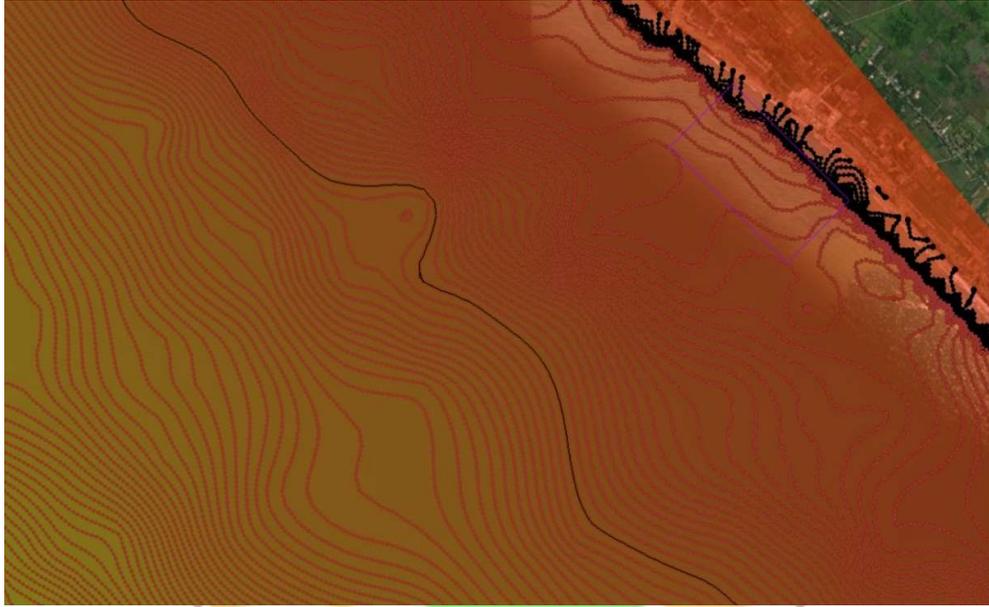
Pembahasan dari penelitian ini dibatasi oleh:

1. Panjang pantai yang dilindungi dalam simulasi ditunjukkan pada Gambar 1.1 dibatasi sepanjang ± 1 km, yaitu antara koordinat $0^{\circ}43'37.56''$ lintang selatan $100^{\circ}12'39.37''$ bujur timur dengan $0^{\circ}43'57.33''$ lintang selatan $100^{\circ}13'3.84''$ bujur timur.



Gambar 1.1 Lokasi Pantai Tiram (Google Earth, 2020)

2. Data kontur diperoleh dari hasil pengolahan data batimetri Nasional dengan perangkat lunak *ArcGIS*, elevasi kontur 1 meter, data diunduh dari situs <http://tides.big.go.id.DEMNAS/> (diakses tanggal 20 Desember 2019), kontur pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2 Batimetri Pantai Tiram

3. Data angin yang digunakan adalah data angin maksimum harian selama 10 (sepuluh) tahun pengamatan, dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2019 pada stasiun BMKG Minangkabau dengan dua parameter yaitu kecepatan arah angin dan arah angin. Data ini diunduh dari situs [Http://dataonline.bmkg.go.id](http://dataonline.bmkg.go.id) (diakses pada tanggal 2 Februari 2020)
4. Data elevasi pasang adalah data pada tanggal 22 sampai 26 Mei 2020 dari Badan Informasi dan Geospasial (BIG), data di unduh dari situs <http://tides.big.go.id/pasut/> (diakses pada tanggal 17 juli 2020) pemilihan rentang waktu elevasi pasang untuk simulasi karena dalam rentang waktu, terdapat kejadian pasang naik ekstrim (*flood tide*) pada tanggal 24 sampai 25 mei 2020.



BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan tata letak groin meliputi penentuan jarak antara groin serta penempatan groin pada lokasi. Jarak antar groin didefinisikan sebagai fungsi dari panjang groin untuk spasi. Selain itu juga merupakan fungsi sudut datang gelombang, selisih pasang surut, material dan kelandaian pasir. Jarak groin yang terlalu dekat akan memberikan system groin yang mahal, selain itu dari segi artistik akan mengganggu keindahan pantai. Sedangkan jarak yang terlalu jauh akan menghasilkan suatu sistem groin yang tidak efektif dan erosi akan tetap berlanjut, sehingga fungsi groin untuk menangkap sedimen tidak tercapai. Jarak antar groin pada pantai berpasir secara spesifik adalah 2 sampai 3 kali panjang groin (Erlich and Kulhawy, 1982).

Solihuddin (2011) melakukan penelitian mengenai karakteristik pantai dan proses abrasi pada pesisir Padang Pariaman dan sebagian pesisir Kota Pariaman. Metode penelitian dilakukan dengan pengumpulan data sekunder berupa data angin selama 10 tahun pengamatan (1995-2005) dari BMKG Stasiun Meteorologi Tabing Padang untuk peramalan gelombang, pengumpulan hasil prediksi dan pengolahan data pasang, dan pengamatan langsung karakteristik pantai di lapangan. Karakteristik pantai yang didapatkan dari hasil penelitian adalah arah angin dominan berasal dari arah barat atau hampir tegak lurus pantai dengan persentase 8,49 %, arah gelombang dominan sama dengan arah angin dominan yaitu arah barat dengan persentase 8,47%. Tipe gelombang pasang pesisir Padang Pariaman menurut Solihuddin adalah pasang campuran condong kehariian ganda dengan perbedaan antara pasang naik dengan pasang surut sebesar 6109,57cm. Secara keseluruhan karakteristik pantai pesisir Padang Pariaman termasuk jenis pantai berpasir (sandy beach).

Yuldi (2016) dengan melakukan simulasi numerik hidrodinamika dan sedimentasi pada Batang Anai dengan menggunakan *surface water modelling system*. Secara bertahap menggunakan modul *GFGEN* untuk membuat

membuat geometri dan *file meshelemen*, modul RMA-2 (Resources Management Associates-2) untuk pemodelan hidrodinamika dengan output elevasi dan arus, kemudian modul SED-2D untuk mensimulasikan proses angkutan sedimen pada muara sungai Batang Anai. Sebagai input data untuk syarat batas (boundary condition) adalah elevasi pasang (tide elevation) pada muara sungai untuk kondisi batas di hilir dan debit dari aliran sungai Batang Anai untuk kondisi batas di sebelah hulu. Simulasi yang dilakukan Yuldi tidak memperhitungkan interaksi gelombang dengan arus dan sedimentasi

Ondara dkk (2018) melakukan penelitian kerentanan pesisir Kota Pariaman dimana dalam kurun waktu delapan tahun (2005 sampai 2017) terlihat penurunan kualitas pesisir Kota Pariaman, yang ditandai dengan semakin bertambahnya jumlah garis pantai yang terabrasi dibandingkan dengan garis pantai yang mengalami akresi.

Chrisnatilova dan Mera (2020) melakukan simulasi numerik untuk melihat efektifitas groin dan breakwater sebagai bangunan pengaman Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman dengan menggunakan software *Surface Water Modelling System*. Mereka melakukan simulasi pada dua kondisi gelombang yaitu kondisi gelombang normal dan kondisi gelombang badai, dengan arah gelombang datang pada syarat batas offshore adalah dari arah barat (arah dominan), barat daya, selatan dan barat laut dengan mendapatkan 3 total skenario, berdasarkan hasil simulasi baik dalam kondisi gelombang normal maupun kondisi gelombang badai terjadi abrasi dan diperlukan penanganan terhadap Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman.

Surface-Water Modelling System (SMS) adalah prosesor *pra* dan *pasca* untuk pemodelan elemen hingga dan elemen beda hingga yang merupakan *software* buatan Aquaveo, LLC yang memiliki antarmuka pengguna grafis (GUI/ *Graphical User Interface*) dan *tool* analisis.

Surface Water Modelling System (SMS) awalnya dikembangkan oleh Laboratorium Teknik Komputer Grafis di Universitas Brigham Young (kemudian berganti nama pada September 1998 menjadi Laboratorium Penelitian Pemodelan Lingkungan atau EMRL) pada akhir 1980-an di stasiun

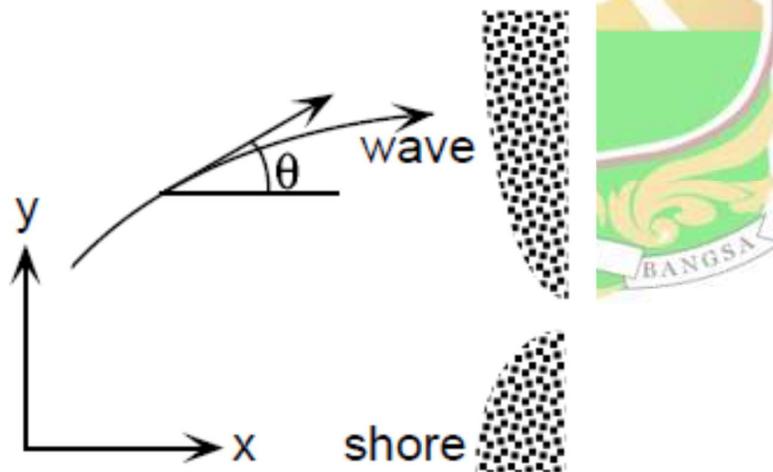
kerja Unix. Pengembangan SMS didanai terutama oleh Korps Insinyur Angkatan Darat Amerika Serikat dan masih dikenal sebagai Sistem Pemodelan Air Permukaan Departemen Pertahanan. Pada tahun 2007 program SMS dikelola oleh perusahaan Aquaveo yang sampai sekarang terus berusaha melakukan pengembangan perangkat lunak SMS Aquaveo, 2015. SMS adalah perangkat lunak yang dapat melakukan pemodelan hidrodinamika dan mensimulasikan elevasi muka air baik pada sungai, muara, *inlet* maupun pesisir (*coastal*). SMS terdiri dari beberapa modul yang dapat digunakan untuk pemodelan hidrodinamika sungai, muara dan pesisir.

Surface-Water Modelling System (SMS) versi 10.1 tahun 2010 dikembangkan oleh *Coastal Inlet Research Program* (CIRP) *US Army Corps of Engineer* mulai memperkenalkan modul *CMS-Wave* dan modul *CMS-Flow* untuk generasi jaringan dan model pengaturan serta untuk merencanakan proses akhir. *CMS-Wave* menggunakan model gelombang *phase* rata-rata (*averaged phase*) berdasarkan persamaan pengatur "*wave action balance equation*" yang telah dimodifikasi oleh Mase (2001) dengan menambahkan faktor kehilangan energi (*energy dissipation*) saat gelombang pecah dan faktor difraksi gelombang (Lin dkk, 2008).

Mwanuzi dan Vanacher (2006) melakukan penelitian pada bagian hilir sungai Simuyu di Tanzania bertujuan untuk mempelajari aliran dan sedimentasi dengan membandingkan hasil simulasi dua perangkat lunak yang berbeda yaitu SMS dengan menggunakan modul RMA-2 dan SED-2D dan perangkat lunak SCALDIS yang dikembangkan oleh Free University of Brussels. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SCALDIS lebih mudah dikalibrasi karena parameter yang paling berpengaruh hanya koefisien kekasaran Manning, sementara SMS memerlukan informasi yang detail mengenai beragam parameter sebagai input data. Selain itu SCALDIS dapat memodelkan hidrodinamika dan sedimentasi dalam waktu bersamaan sedangkan SMS harus melalui 2 (dua) tahap pemodelan, pertama menggunakan modul RMA-2 untuk pemodelan hidrodinamika kemudian baru dilanjutkan dengan modul SED-2D untuk mensimulasikan proses sedimentasi.

Dalam perkembangan *Surface Water Modelling System*, pada versi 10.1 tahun 2010 mulai diperkenalkan modul *CMS-Wave* (pengembangan dari WABED pada SMS versi 9.2) untuk pemodelan gelombang, dan modul *CMS-Flow* (pengembangan dari M2D pada SMS versi 8.1) untuk pemodelan hidrodinamika, sedimentasi dan perubahan morfologi. Kedua modul ini dikembangkan oleh *Coastal Inlet Research Program (CIRP) US. Army Corps of Engineer*. *CMS-Wave* dan *CMS-Flow* merupakan dua modul yang berbeda tapi tetapi terintegrasi sebagai satu kesatuan dalam *Coastal Modeling System*, yaitu model numerik terintegrasi untuk mensimulasikan transformasi gelombang, arus, elevasi, angkutan sedimen dan perubahan morfologi pada inlet dan pesisir (Li, 2018).

CMS-Wave menggunakan model gelombang phase rata-rata (*averaged phase*) berdasarkan persamaan pengatur “*wave action balance equation*” yang telah dimodifikasi oleh Mase (2001) dengan menambahkan faktor kehilangan energi (*energy dissipation*) saat gelombang pecah dan faktor difraksi gelombang (Lin dkk, 2008).



Gambar 2.1 Perambatan gelombang menuju pantai (Lin, 2012)

$$\frac{\partial(C_x N)}{\partial x} + \frac{\partial(C_y N)}{\partial y} + \frac{\partial(C_\theta N)}{\partial \theta} = \frac{\kappa}{2\sigma} [(CC_g \cos^2 \theta N_{yy}) - \varepsilon_b N - S] \quad (1)$$

Di mana:

$$N = \frac{E(\sigma, \theta)}{\sigma} = \text{wave action density}$$