

**SIMULASI PEMBANGKITAN DAN PENJALARAN GELOMBANG TSUNAMI
BERDASARKAN SKENARIO GEMPA TEKTONIK**

Nama Mahasiswa : M Qistyan Purwa Putera
NRP : 4310 1000 065
Jurusan : Teknik Kelautan FTK – ITS
Dosen Pembimbing : Kriyo Sambodho, ST, M.Eng, Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi M.Sc

ABSTRAK

Simulasi pembangkitan tsunami ini mengkaji tentang kemungkinan terjadinya bencana tsunami yang ada di selatan pulau Jawa khususnya daerah Pantai Damas Kabupaten Trenggalek berdasarkan skenario gempa tektonik yang merupakan salah satu penyebab terjadinya tsunami. Selatan Pulau Jawa merupakan daerah yang rentan terhadap gempa berkekuatan lebih dari 7 Mw, dimana skala gempa sebesar tersebut dapat membangkitkan tsunami yang dahsyat. Sebagai contoh adalah tsunami yang terjadi pada tahun 1994 di Banyuwangi yang diakibatkan oleh gempa tektonik. Simulasi pembangkitan dan permodelan gelombang tsunami berdasarkan skenario gempa tektonik ini dilakukan dalam upaya mitigasi. Simulasi ini menggunakan skala gempa yang dihimpun dari data-data gempa BMKG selama 1994-2004 di selatan pulau Jawa yang kemudian dicari probabilitasnya dengan simulasi Monte Carlo untuk didapat skala magnituda gempa yang paling besar yakni sebesar 7,833 Mw. Parameter sesar dan verifikasi model menggunakan data gempa bumi tsunami Banyuwangi 1994. Pembangkitan dan permodelan run-up tsunami dapat dihitung menggunakan perangkat lunak Mike 21 Flow Model. Tinggi tsunami maksimum ketika sampai di pantai Damas adalah berkisar antara 6 sampai 7 meter.

Kata kunci: tsunami, gempa tektonik, monte carlo, Mike 21 Flow Model, Run-up tsunami

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**THE GENERATION OF SIMULATION AND TSUNAMI PROPAGATION
BASED ON TECTONIC EARTHQUAKES SCENARIOS**

Nama Mahasiswa : M Qistyan Purwa Putera
NRP : 4310 1000 065
Department : Ocean Engineering FTK – ITS
Supervisors : Kriyo Sambodho, ST, M.Eng, Ph.D
Dr. Ir. Wahyudi M.Sc

ABSTRACT

Abstract - This tsunami simulation and propagation studies about the possibility of a tsunami disaster in the southern island of Java in particular areas Trenggalek Damas Beach based on tectonic earthquake scenario in which of the cause of tsunami. South of Java island is an area that is prone to earthquakes measuring more than 7 Mw, where the scale of the earthquake can generate tsunamis. An example is the tsunami that occurred in 1994 in Banyuwangi caused by tectonic earthquake. The generation of Simulation and Tsunami Propagation based on Tectonic Earthquake Scenarios is done in an effort for mitigation.

This simulation uses a scale earthquake collected from BMKG seismic data during 1994-2004 in the southern island of Java, which then sought probability with Monte Carlo simulation to obtain the biggest earthquake magnitude scale which is equal to 7.833 Mw. Fault parameters and model verification use the data of Banyuwangi 1994 earthquake tsunami evocation and run-up modeling tsunami can be calculated using Mike 21 Flow Model software. The maximum highness when the tsunami hit the Damas coast is in the range of 6 to 7 meters.

Keywords : Tsunami, Tectonics earthquake, Monte carlo, Mike 21 Flow Model.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



M Qistyan Purwa Putera atau biasa dipanggil Tyan lahir di Bandung, 25 Oktober 1992. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis sempat merasakan berpindah pindah kediaman mulai dari Banjarmasin, Pandaan dan Sidoarjo. Hingga saat ini berdomisili di Sidoarjo, penulis memulai pendidikan formal secara berpindah-pindah pula mulai dari SDN Mawar II Banjarmasin, SDN Maarif Pandaan dan MIN Buduran Sidoarjo, SMPN

1 Buduran, SMA Antartika Sidoarjo dan kemudian melanjutkan studi perguruan tinggi di Jurusan Teknik Kelautan FTK ITS lewat jalur SNMPTN/ Ujian Tulis. Penulis menyelesaikan waktu studi perguruan tinggi selama 4 tahun. Selama masa studi penulis aktif di kegiatan kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan, BEM ITS, Tim Kepemanduan. Mulai dari semester 5 hingga lulus penulis memperoleh beasiswa Karya Salemba Empat. Dan penulis sempat menjadi ketua bidang koordinator penerima beasiswa Karya Salemba Empat ITS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

3.1 Tinjauan Pustaka

Bencana Tsunami merupakan bencana yang berasal dari proses gelombang panjang yang sering terjadi di Indonesia. Dan dari banyak penelitian kejadian tersebut menyebabkan banyaknya korban jiwa. Menurut Subandono 2010, tercatat 21 kejadian tsunami sejak 1961-2006 terjadi di Indonesia dan menyebabkan korban ratusan ribu korban jiwa. Untuk mengurangi jumlah korban jiwa berbagai macam penelitian dilakukan untuk melakukan mitigasi di daerah yang memiliki riwayat kejadian tsunami. Hal itu dilakukan dengan cara mengetahui proses terjadinya tsunami mulai dari proses pembentukan, penjalaran, hingga terbentuknya set-up dan run-up tsunami.

Penelitian yang dilakukan oleh (Setiawan,2013) telah memprediksi penjalaran gelombang tsunami dengan menggunakan perangkat lunak TUNAMI N-3 dengan bahasa pemrograman Fortran untuk daerah Pantai Teleng Ria Pacitan dengan mendapatkan nilai *run-up* sebesar 4,3m.

Sedangkan (Ansya, 2013) telah memprediksi penjalaran gelombang tsunami untuk daerah Malang Selatan, dengan memodifikasi episentrum gempa di tiga tempat yang berbeda dengan mengacu pada episentrum gempa di Banyuwangi pada 1994.

(Sangyoung Son, Lynett dan Dae Hong Kim, 2011) melakukan penelitian pemodelan fisik ganda dari evolusi tsunami penjalaran hingga penggenangan menggabungkan dua model dari COMCOT v 1.7 dan persamaan model nonlinear Boussinesq menghasilkan sistem grid yang sangat kecil sehingga model penjalaran tsunami lebih akurat. Perangkat lunak lain (Sangyoung dkk,2011) menggunakan model sesar berganda untuk simulasi tsunami pada daerah Sumatera.

3.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Tsunami

Tsunami merupakan bencana yang diakibatkan gelombang panjang di laut, yang terbentuk di dasar laut atau di permukaan air yang mengalami gangguan besar pada area yang cukup besar dan biasanya diakibatkan oleh gempa tektonik, longsoran ataupun jatuhnya benda langit yang memiliki ukuran yang sangat besar. Kejadian tsunami sudah terjadi dan yang tercatat pertama kali terjadi pada 2000 tahun sebelum masehi, di lepas pantai dari Syria (Lander, and Lockridge 1989). Sedangkan di Indonesia sendiri sejak 1961-2006 tercatat 21 kali kejadian tsunami yang menimbulkan korban jiwa. Pada akhir 2004 adalah kejadian tsunami yang paling dahsyat, dipicu oleh gempa bumi Sumatera di lepas pantai Indonesia pada tahun 2004. Kejadian ini menyebabkan kerusakan yang dahsyat dan lebih dari 225000 korban jiwa di sekitar negara-negara lautan hindia, khususnya di Indonesia, Sri lanka, Thailand dan India.

Tsunami adalah istilah yang berasal dari bahasa jepang. *Tsu* yang berarti “pelabuhan” dan *nami* yang berarti “gelombang” sehingga tsunami dapat diartikan sebagai gelombang pelabuhan. Istilah *tsunami* dipopulerkan oleh kaum nelayan Jepang, karena panjang gelombang *tsunami* sangat besar saat berada di tengah laut dan para nelayan tidak merasakannya. Namun setibanya di pelabuhan, telah terjadi kerusakan parah di daerah pelabuhan. Sehingga mereka menyimpulkan bahwa tsunami hanya timbul di sekitar daerah pelabuhan.

Tsunami dapat dibangkitkan oleh gempa di laut dan mempunyai periode gelombang yang panjang dibandingkan dengan gelombang yang disebabkan angin dan gelombang pasang surut. Tsunami merupakan gelombang sebagai akibat dari gangguan impulsif yang terjadi pada medium air, dan bersifat non dispersif.

Perbedaan gelombang tsunami dengan gelombang yang dibangkitkan oleh angin dan pasang surut adalah gelombang tsunami tidak hanya menggerakkan massa air, namun seluruh kolom permukaan air hingga ke dasar laut dan partikel air juga ikut bergerak (Triadmodjo, 1999).

Tsunami dapat memiliki panjang gelombang lebih dari 100 km dalam periode waktu kurang dari satu jam dan amplitudo gelombang yang kecil lebih kurang satu meter, maka tsunami termasuk dalam gelombang air dangkal. Sebuah

gelombang dapat digolongkan dalam gelombang air dangkal jika perbandingan antara kedalaman dan panjang gelombang menjadi sangat kecil ($d/L < 0.05$). Gelombang air dangkal bergerak dengan kecepatan seimbang pada *square root* yang merupakan hasil dari percepatan gravitasi dan kedalaman laut. Hubungan antara perubahan kedalaman dengan kecepatan rambat gelombang ditunjukkan sebagai berikut:

$$c = (gh)^{1/2} \dots\dots\dots (1.1)$$

dengan

c = kecepatan rambat tsunami (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

h = kedalaman perairan (m)

Berdasarkan persamaan 1.1 dapat dinyatakan bahwa semakin besar kedalaman lautnya maka semakin besar pula kecepatan gelombangnya. Menurut (Latief, 2000) kecepatan rambat gelombang tsunami adalah 800 km/jam untuk perairan dalam, 200 km/jam untuk perairan menengah dan 25 km/jam ketika di darat.

2.2.2 Proses Pembangkitan Tsunami

Tsunami dibangkitkan oleh adanya interaksi antara dasar laut yang salah satu penyebabnya ditimbulkan oleh longsoran dan dislokasi, letusan gunung berapi dan tumbukan meteor yang masuk ke dalam perairan yang dapat menimbulkan tsunami. Pada umumnya kejadian tsunami di dunia didominasi oleh kejadian gempa bumi di dasar laut. Tsunami disebabkan oleh gempa bumi di pusat yang dangkal sepanjang zona subduksi . Gempa bumi tersebut mengakibatkan terjadinya pergeseran lempeng tektonik. Lempeng kerak bumi (*crustal blocks*) memberi energi potensial pada massa air ke atas dan ke bawah . Energi yang dilepaskan massa air itu menyebabkan tsunami.

Pergerakan lempeng samudera yang *slip* di bawah lempeng benua akan melambat akibat gesekan yang semakin besar. Suatu saat pergerakan kedua lempeng tersebut akan berhenti / tertahan dan terdapat akumulasi energi di daerah pertemuan dua lempeng tersebut. Ketika kedua lempeng tersebut pada daerah tertahan (*zone*

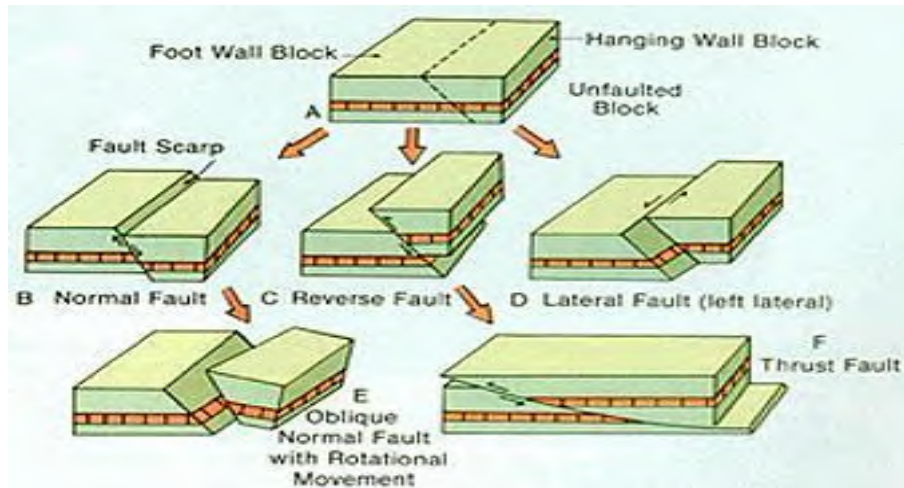
subduction) tidak dapat menahan energi tersebut maka lempeng tersebut akan melepaskan energi. Mekanisme ini seperti terjadi pada ketapel.

Keadaan ini mengakibatkan deformasi dasar laut . Deformasi ini akan menaikkan dan menurunkan air laut dalam skala besar mulai lantai samudera sampe ke permukaan. Massa air di atasnya mengikuti bentuk deformasi lantai samudera unuk mencapai setimbang, dengan begitu maka terjadi pergerakan gelombang yang membawa energi merambat ke perairan pantai.

Bila lempeng samudera bergerak turun atau naik, di wilayah pantai air laut akan surut sebelum datangnya tsunami. Selanjutnya gelombang tsunami akan datang menerjang pantai Meskipun sebagian besar tsunami di sebabkan oleh gempa bumi dasar laut tetapi tidak semua gempa bumi dapat menyebabkan tsunami.

2.2.3 Tsunami Akibat Dislokasi Dasar Perairan

Dislokasi atau pergeseran kulit bumi di bawah laut sering menyebabkan perubahan energi pada air. Terdapat berbagai macam proses dislokasi kulit bumi diantaranya *Normal fault* (patahan turun), *Thrust fault* (patahan naik) dan *Lateral slip fault* (patahan mendatar). Pada *normal fault* bagian tanah dasar yang bergerak secara cepat ke bawah dan segera memindahkan massa air di atasnya disebut juga sebagai patahan turun (Triadmadja, 2010). Massa air akan segera bergerak ke segala arah dan menimbulkan tsunami. Begitu juga yang terjadi pada *thrust fault* bagian tanah dasar yang bergerak secara ke atas akibat gaya tekan dari lempeng sebelahny dan memindahkan massa air. Kedua proses dislokasi ini yang dapat menyebabkan tsunami. Sedangkan untuk *lateral slip fault* tidak menyebabkan tsunami karena pergeseran lempeng hanya searah horizontal sehingga tidak dapat memindahkan massa air di atasnya dengan signifikan.



Gambar 2.1 Jenis-jenis dislokasi dasar laut

(sumber www.google.com)

Dislokasi yang terjadi pada bidang patahan maka akan mengalami deformasi permukaan lempeng, yang dianggap sebagai perpindahan dasar laut selama peristiwa gempa. Untuk memodelkan kejadian gelombang tsunami parameter sesar berikut diperlukan. Definisi parameter ini adalah sebagai berikut:

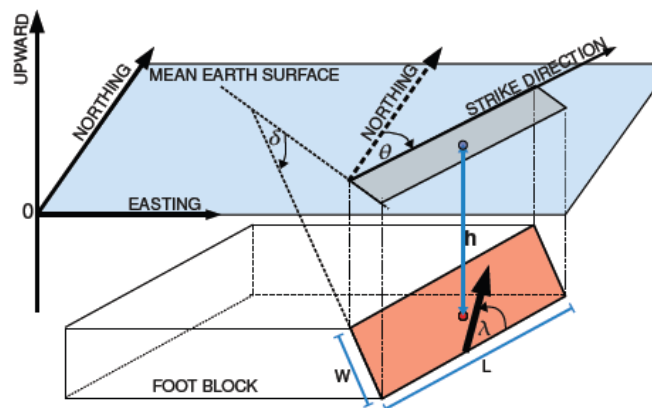
Tabel 1.1 Parameter Model Bidang Patahan Elastis(Xiaoming,2007)

Parameter-parameter	Satuan
1. Epicenter (Lat,Long)	Degrees
2. Focal Depth	Meters
3. Length of Fault Plane	Meters
4. Width of Fault Plane	Meters
5. Dislocation (slip)	Meters
6. Strike direction (θ)	Degrees
7. Dip angle (δ)	Degrees
8. Rake (slip) angle (λ)	Degrees

(Sumber: *Mashinha Smyley 1979*)

Dalam tabel 1.1 , pada teori bidang elastis patahan, bidang sesar (*fault plane*) adalah bidang tempat gerakan relatif yang terjadi dalam suatu peristiwa gempa. Secara khusus bidang sesar diasumsikan sebagai area persegi antarmuka datar di atas balok kaki dan ditepi atas dan dibawah bidang patahan sejajar dengan permukaan bumi rata-rata. Orientasi dan posisi bidang sesar ini dirumuskan oleh lokasi pusat arah *strike* dan sudut dip. Pusat dari bidang sesar ini dinamakan *focus* merupakan lokasi dimana patahan terjadi selama peristiwa gempa bumi. Proyeksi dari lokasi ini pada permukaan rata-rata bumi disebut *epicenter*. *Focal*

depth didefinisikan sebagai jarak vertikal antara *focus* dan pusat gempa. *Strike direction* didefinisikan sebagai arah menghadap ketika seseorang berdiri di tepi atas bidang sesar dengan balok kaki di sisi kiri dan bidang sesar di sisi kanannya. Kemudian *strike angle* adalah pengukuran sudut searah jarum jam dari utara lokal ke arah *strike*. *Dip angle* adalah sudut antara permukaan bumi rata-rata dan bidang sesar, diukur dari permukaan bumi rata-rata ke bidang patahan. *Length of fault plane*, didefinisikan sebagai panjang tepi atas atau tepi bawah (ujung-ujungnya sejajar dengan arah *strike*) dan *Width of Fault Plane* mengacu pada panjang salah satu dari dua lainnya tepi. Parameter di atas menggambarkan ukuran, lokasi dan orientasi bidang patahan.



Gambar 2.2 Sketsa bidang sesar dan parameter bidang sesar

(Sumber: *Xioming, Wang 2007*)

Tidak semua gempa tektonik dengan magnitudo besar dapat menyebabkan tsunami, adapula syarat-syarat lain yang menyebabkan terjadinya tsunami yang diakibatkan oleh dislokasi dasar laut adalah :

1. Proses patahan (*rupture*) gempa bumi yang pelan dan panjang (Kanamori, 1972 dalam Rahmawan, 2012).
2. Durasi patah (*rupture*) yang lama, sekitar seratus detik. (Kanamori dan Kikuchi 1993 dalam Satake (2007) dalam Rahmawan 2012).
3. Terjadi pada batas lempeng yang memiliki *plate coupling* yang lemah (Ruff dan Kanamori 1980 dalam Satake 2007 dalam Rahmawan 2012).
4. Sumber gempa terletak di lapisan sedimen yang dangkal dan di atas lempeng dekat palung (Satake dan Tanioka 1999, dalam Rahmawan 2012).

Sedangkan menurut (BMKG, 2007) syarat terjadinya tsunami yaitu

1. Kedalaman gempa kurang dari 70 km.
2. Pusat gempa berada di dasar laut.
3. Besaran gempa lebih dari 7 SR.
4. Jenis patahan lempeng naik-turun atau vertikal.

Mengenai status tsunami ada 3 status ancaman tsunami yaitu:

1. Awas, bila ancaman tsunami yang terjadi diperkirakan lebih dari 3 meter
2. Siaga, bila ancaman tsunami yang terjadi diperkirakan 0,5 meter - 3 meter
3. Waspada, bila ancaman tsunami yang terjadi diperkirakan kurang dari 0,5 meter

2.2.4 Run –up Gelombang Tsunami

Jarak jangkauan tsunami ke daratan sangat ditentukan oleh tinggi dan rendahnya suatu daratan. Terjal atau landainya morfologi pantai juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap jangkauan gelombang tsunami. Semakin tinggi letak suatu daerah maka akan semakin aman dari terpaan gelombang tsunami. Pada daratan pantai yang terjal, tsunami tidak akan terlalu jauh mencapai daratan karena tertahan dan dipantulkan kembali oleh tebing pantai. Sementara di daratan pantai yang landai, landaan tsunami dapat menerjang sampai beberapa kilometer masuk ke daratan.

Pada waktu gelombang menghantam pantai atau suatu bangunan, gelombang tersebut akan naik *run-up* pada permukaan pantai atau bangunan. Run-up tergantung pada bentuk dan kekasaran pantai, kemiringan pantai serta karakteristik gelombang. Karena banyaknya variabel yang mempengaruhi, maka *run-up* sulit ditentukan dengan metode analitis yang memadai sepanjang garis pantai guna menentukan variasi ini. Bila variasi ini besar diantara titik-titik yang berdekatan, perhitungan tinggi tsunami mestinya dilakukan pada titik-titik tambahan garis pantai diantara titik-titik yang berdekatan tersebut. Setelah tinggi tsunami pada titik di sepanjang garis pantai sudah ditentukan tinggi run-up vertikal pada titik tersebut dapat diperkirakan.

Ketinggian tsunami sepanjang pantai berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini bergantung pada morfologi, bathymetri, dan topografi pantai,

sehingga indikator kelerengan pantai dan dasar perairan memiliki peranan penting dalam menentukan besar kecilnya tsunami di suatu wilayah . Kondisi lereng pantai yang landai akan menyebabkan jarak daerah pecah gelombang dan pantai semakin jauh. Sedangkan bila kondisi lereng pantai curam maka jarak pecah gelombang dengan pantai semakin dekat.

2.2.5 Teori Gelombang Perairan Dangkal

Gelombang permukaan dapat diklasifikasikan kedalam banyak jenis jika dilihat dari sudut pandang hidrolis yang dihasilkan oleh pergeseran dasar laut akibat gempa dan tsunami dimasukkan dalam jenis tipe gelombang panjang

Teori gelombang panjang adalah teori pendekatan yang berlaku untuk gelombang dengan kedalaman yang relatif kecil (rasio perbandingan antara panjang gelombang dengan kedalaman laut), yang mana percepatan vertikal dari air dapat diabaikan dibandingkan dengan percepatan gravitasi. Akibatnya gerakan vertikal dari partikel air tidak memiliki pengaruh terhadap distribusi tekanan terutama tekanan hidrostatis. Selain itu kecepatan partikel horizontal secara vertikal seragam.

Berdasarkan pada pendekatan yang dijelaskan sebelumnya, gerakan gelombang panjang ditunjukkan pada persamaan gelombang air dangkal berikut;

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\tau_x}{\rho} = 0 \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial [u(h+\eta)]}{\partial x} + \frac{\partial [v(h+\eta)]}{\partial y} = 0 \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\tau_y}{\rho} = 0 \quad (2.3)$$

Dengan

x,y = Koordinat arah x dan y.

t = waktu

h = SWL (Still Water Level)

η = perpindahan permukaan air secara vertikal diatas SWL.

u,v = kecepatan partikel air arah x dan y.

g = percepatan gravitasi bumi.

τ_x/ρ = Tegangan geser dasar laut di dalam arah x.

τ_y/ρ = Tegangan geser dasar laut di dalam arah y.

Kekasaran dasar laut ditunjukkan sebagai berikut, di dalam analogi untuk aliran uniform kekasaran dasar laut dalam arah x dan y, sebagai berikut;

$$\frac{\tau_x}{\rho} = \frac{1}{2g} \frac{f}{D} u \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.4a)$$

$$\frac{\tau_y}{\rho} = \frac{1}{2g} \frac{f}{D} v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.4b)$$

Dengan

D = total kedalaman air oleh $h+\eta$

f = koefisien kekasaran dasar laut.

Untuk koefisien dari kekasaran dasar laut menggunakan persamaan Manning's

$$n = \sqrt{\frac{fD^{1/3}}{2g}} \quad (2.5)$$

Jika memasukkan koefisien kekasaran menggunakan persamaan Manning's dalam persamaan (3.4a) dan (3.4b) maka persamaan tersebut menjadi sebagai berikut

$$\frac{\tau_x}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{4/3}} u \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.6a)$$

$$\frac{\tau_y}{\rho} = \frac{gn^2}{D^{4/3}} v \sqrt{u^2 + v^2} \quad (2.6b)$$

Persamaan yang digunakan selanjutnya adalah persamaan perubahan fluxes (M,N) dalam arah x dan y, M,N berhubungan dengan u dan v seperti ditunjukkan sebagai berikut

$$M = u(h + \eta) = uD, N = v(h + \eta) = vD \quad (2.7)$$

Jika kita mengintegalkan persamaan (2.2) hingga (2.7) maka persamaan gelombang air dangkal dari dasar hingga permukaan dengan diperoleh dengan perubahan fluks M dan N

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2.8a)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2} = 0 \quad (2.8b)$$

Persamaan (2.8a) dan (2.8b) merupakan persamaan fundamental untuk pembangkitan dan penjalaran gelombang tsunami.

2.2.6 MIKE 21 FM

Mike 21 adalah suatu perangkat lunak rekayasa profesional yang berisi sistem pemodelan yang komprehensif untuk program komputer untuk *2D free-surface flows*. Mike 21 dapat diaplikasikan untuk simulasi hidrolika dan fenomena terkait di sungai, danau, estuari, teluk, pantai dan laut. Program ini dikembangkan oleh *DHI Water & Environment*. Mike 21 FM yang digunakan dalam pemodelan ini menggunakan *Mike 21 hydrodynamic (HD) module*.

Mike 21 hydrodynamic (HD) module adalah model matematik untuk menghitung perilaku hidrodinamika air terhadap berbagai macam fungsi gaya, misalnya kondisi angin tertentu dan muka air yang sudah ditentukan di *open model boundaries*. *Hydrodynamic module* mensimulasi perbedaan muka air dan arus dalam menghadapi berbagai fungsi gaya di danau, estuari dan pantai. Efek dan fasilitasi yang termasuk di dalamnya yaitu:

- *bottom shear stress*
- *wind shear stress*
- *barometric pressure gradients*
- *Coriolis force*
- *momentum dispersion*
- *sources and sinks*
- *evaporation*
- *flooding and drying*
- *wave radiation stresses*

Model hidrodinamika dalam Mike 21 HD adalah sistem model numerik umum untuk muka air dan aliran di estuari, teluk dan pantai. Model ini mensimulasi aliran dua dimensi dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen).

2.2.7 Simulasi Monte Carlo

Magnitude (μ)	=	5.47688172
standar deviasi (σ)	=	0.547688172
distribusi	=	normal
λ	=	4.575583234
$\ln \lambda$	=	1.520734173

Jika suatu sistem mengandung elemen yang mengikut sertakan faktor kemungkinan, model yang digunakan adalah model Monte Carlo. Dasar dari simulasi Monte Carlo adalah percobaan elemen kemungkinan dengan menggunakan sampel random (acak). Dan pada penentuan Magnitude gempa yang memiliki factor kemungkinan terjadi maka dilakukan metode ini. Metode ini terbagi dalam 5 tahapan:

- 1) Membuat distribusi kemungkinan untuk variabel penting, dalam hal ini yang digunakan merupakan sebaran data *historical* gempa
- 2) Membangun distribusi kemungkinan kumulatif untuk tiap-tiap variabel di tahap pertama, dari data sebaran gempa dicari nilai rata-ratanya sebagai kemungkinan kumulatifnya
- 3) Menentukan interval angka random untuk tiap variabel
- 4) Membuat angka random
- 5) Membuat simulasi dari rangkaian percobaan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah penelitian dalam diagram alir pada gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi literature dan *Software*

Untuk mempelajari software baru yang tidak diberikan di perkuliahan maka perlu adanya kajian tentang penggunaan manual dari *software*. Hal yang biasanya dilakukan adalah untuk mengetahui input batasan masalah dan *output*. Yang pada akhirnya akan mempelajari terbentuknya, penjaralan dan penggenangan tsunami di pantai, Literatur yang dimaksud dapat berupa buku, jurnal, ataupun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas pokok permasalahan yang sama atau mirip dengan tugas akhir ini. Literatur tersebut digunakan sebagai acuan ataupun referensi tugas akhir ini.

2. Pengumpulan data

Data-data yang diperlukan terdiri dari data topografi, peta *bathymetry*. Data rekaman gempa juga difilter dan dilakukan simulasi monte carlo untuk mengetahui besar magnitude..

3. Pemodelan numerik *Initial Condition* dan *Boundary condition*

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pembuatan model numerik adalah

- a. Menentukan luas dan batas daerah yang dikaji sesuai dengan data bathymetri dan topografi yang telah ada.
- b. Menentukan episentrum gempa dan koordinat pusat gempa.
- c. Menentukan kondisi awal (*initial condition*) berdasarkan parameter sesar dari pusat gempa.
- d. Menentukan penjaralan gelombang dan ketinggian gelombang berdasarkan hasil *output* dari perangkat lunak .
- e. Menampilkan hasil data numerik dari perangkat lunak dalam bentuk visual berupa imej maupun video

4. Analisis data *output* dari *software*

Setelah melalui tahapan permodelan dengan menggunakan software Mike 21 maka kita kan mendapatkan model tsunami yang dapat terjadi. Dan kemudian menghitung penjalaran gelombang tsunami tersebut untuk selanjutnya dapat diketahui daerah yang aman dari rendaman gelombang tsunami.

5. Analisis data dan hasil pembahasan

Melakukan analisa data keluaran untuk mendapatkan prediksi tinggi *run-up* dan daerah penggenangan dan digunakan selanjutnya untuk menarik kesimpulan.

6. Kesimpulan dan saran

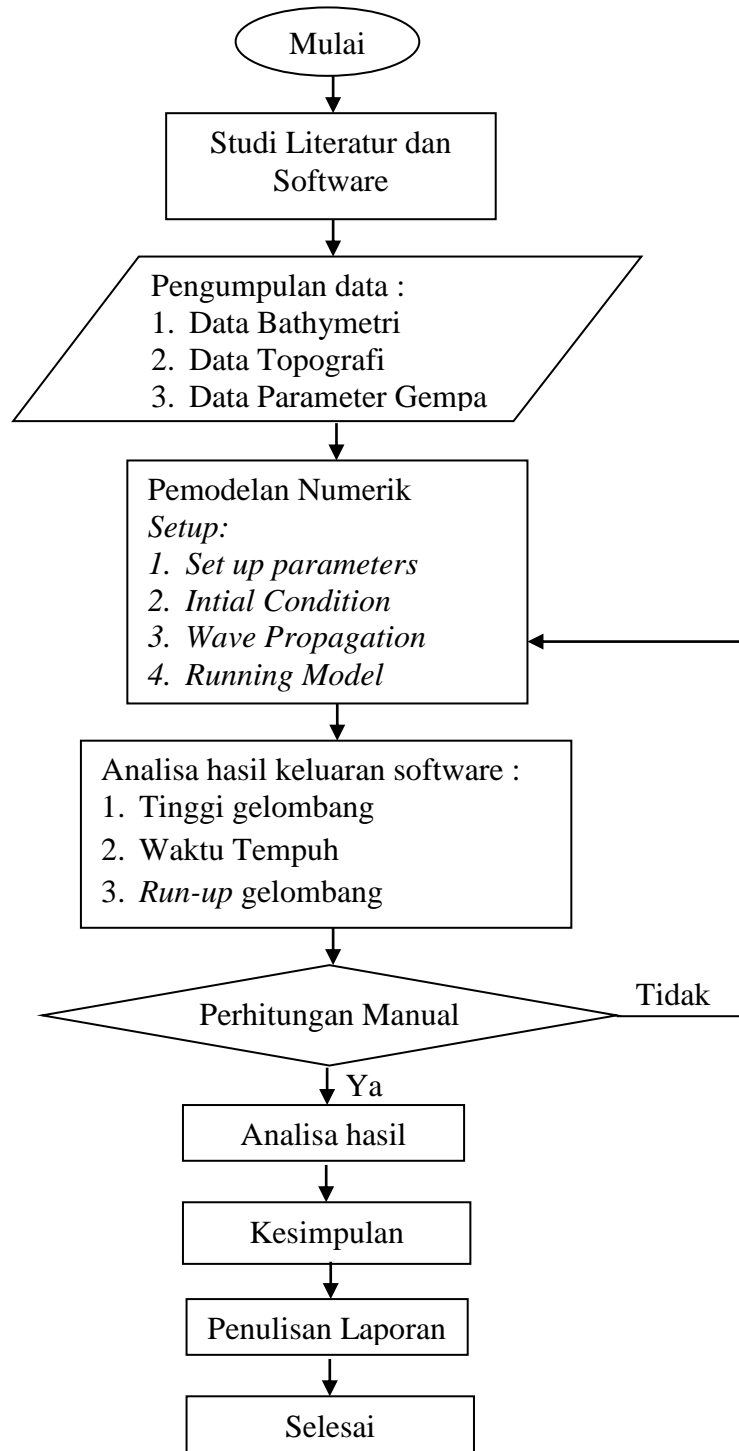
Dalam bab ini akan ditarik kesimpulan dari analisis data dan hasil pembahasan sebelumnya. Dan juga pemberian saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

7. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian-pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

3.2 Flowchart Penelitian

Untuk menjelaskan metode yang digunakan maka dibuatlah diagram alir. Adapun diagram alir dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

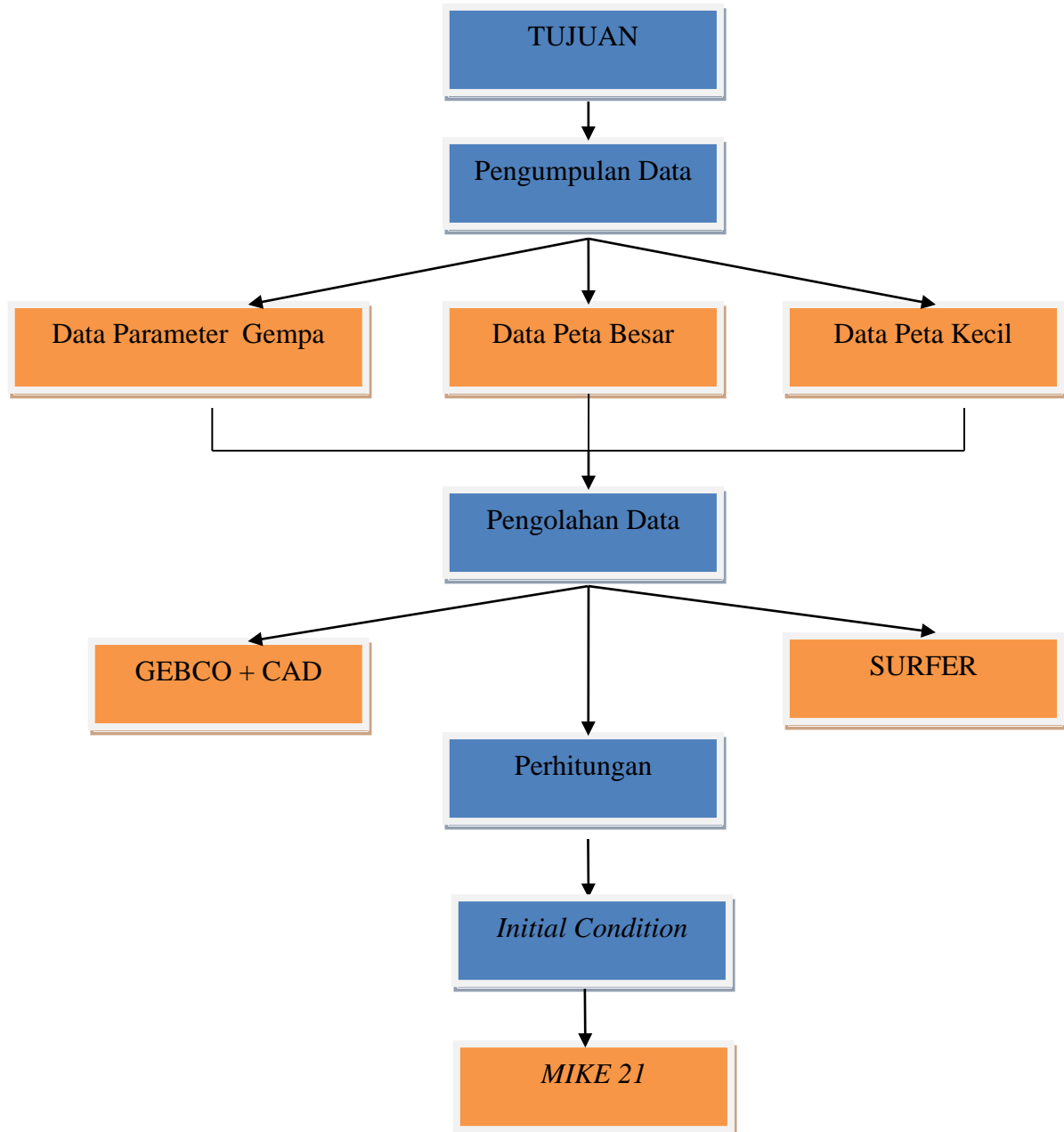


Gambar 3.1 Diagram alir proses pengerjaan tugas akhir.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV
HASIL DAN ANALISIS

4.1 Struktur Analisa Hirarki Proses



Gambar 4.1 Diagram alir Struktur Analisa Hirarki Proses

Dari Hirarki diagram alir diatas maka permodelan diturunkan untuk menjawab rumusan masalah yakni dengan mencari ketinggian gelombang tsunami di garis pantai dan memodelkannya.

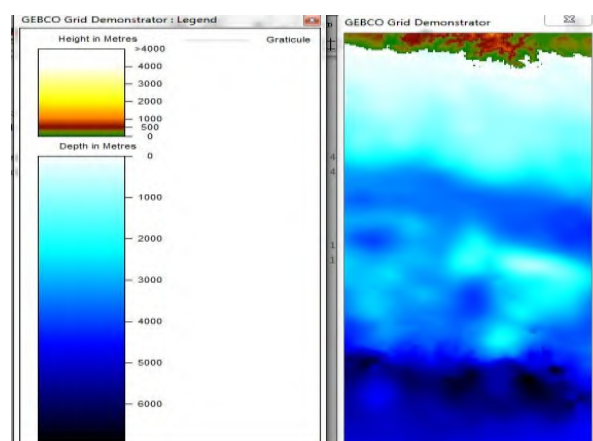
1.2 Pengumpulan Data

Merupakan tahapan mencari data-data yang digunakan untuk dijadikan inputan pada permodelan. Data yang dibutuhkan adalah data *bathymetry* gempa dan data.

1.2.1 Data Bathymetry

Dalam menentukan sebuah daerah acuan yang nantinya digunakan sebagai daerah terjadinya tsunami, maka dibutuhkan data Ocean Topography dari daerah tersebut. Daerah yang digunakan sebagai acuan adalah kabupaten Trenggalek yang merupakan salah satu daerah yang rentan terhadap bencana tsunami. Data *bathymetry* yang dibutuhkan memiliki beberapa tingkat akurasi tergantung kebutuhan. Untuk daerah laut hingga garis pantai digunakan data acuan besar, sedangkan untuk daerah daratan dibutuhkan data yang lebih rinci. Maka 2 data *bathymetry* yang dibutuhkan adalah data acuan besar dan data acuan kecil

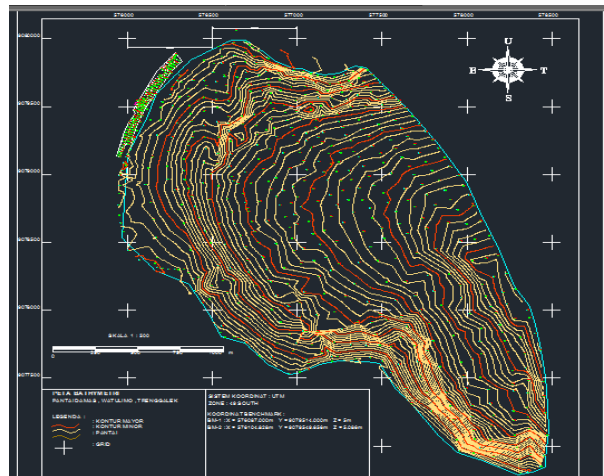
Data X, Y,Z peta besar kami menggunakan *GEBCO* sebagai acuan karena dari *GEBCO* ini mempermudah proses penjalaran dan pembangkitan tsunami karena cakupannya yang besar dengan jarak antar kontur/grid sebesar 1 km. Data yang didapat berupa data Longitude (X), Lattitude (Y), dan kedalaman (Z).



Gambar 4.2 Gambar daerah acuan Besar

(Sumber: *GEBCO 2014*)

Selain peta dengan cakupan besar, kami menggunakan data lingkungan yang lebih detail dari daerah acuan yakni Pantai Damas Trenggalek. Data ini hampir sama dengan data peta XYZ besar hanya saja lebih detail dan jarak antar kontur/grid hanya sepanjang 50meter. Koordinat Pantai Damas adalah sebagai berikut (dalam UTM) X= 576087.000 m dan Y= 9079514.000 m ; X= 576104.828 m Y= 9079549.656 m



Gambar 4.3 Gambar daerah acuan Kecil
(Sumber: *Geomatics Engineering Laboratory, 2012*)

4.2.2 Data Gempa

Data gempa yang digunakan merupakan data yang dihimpun oleh Badan Meteorologi dan Geofisika Jawa Timur. Data gempa ini termasuk di dalamnya adalah historikal kejadian gempa di selatan pulau jawa beserta lokasi detail kejadian (*Longitude & Lattitude*) tanggal kejadian, jarak episentrum, dan besarnya magnitude gempa tektonik.

Data gempa yang telah dikumpulkan berdasarkan database dari BMKG dipilih berdasarkan lokasi daerah acuan, yakni pada koordinat:

Longitude (x) : 110.8958 s.d 117.092

Lattitude (y) : -8.1458 s.d -10.942

Ditarik garis horisontal dari *Trench* terdekat hingga mengenai daratan Pantai Damas, maka historis gempa di sekitar sanalah yang digunakan sebagai acuan. Dengan koordinat acuan pasti pada: 112.06°S - 10.48°E.



Gambar 4.4 Gambar *Bathymetry* koordinat gempa acuan
(Sumber: *Google Earth*, 2014)

4.3 Pengolahan Data

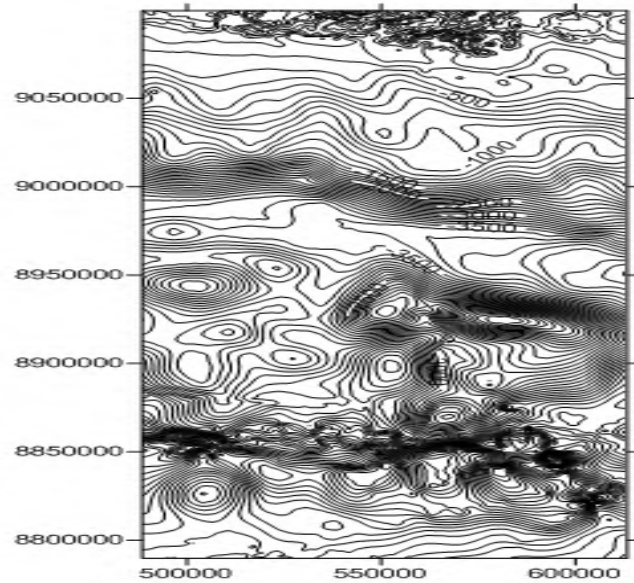
Pengolahan data merupakan tahapan memproses data inputan yang telah tersedia. Data-data yang diolah adalah data gempa, data peta besar dan data peta kecil. Masing-masing dari data diatas akan diolah menggunakan perhitungan manual maupun dengan bantuan perangkat lunak.

4.3.1 Penggabungan Data XYZ Peta Daerah Acuan Besar dan Kecil

Data Bathymetri (x, y, dan z) daerah acuan besar didapatkan dengan menggunakan perangkat lunak GEBCO. Dengan perangkat lunak ini data koordinat seperti yang sudah dijelaskan (sebagai daerah acuan) diolah menjadi data koordinat agar mampu diolah ke tahap yang berikutnya. Dari GEBCO didapatkan 46.500 data koordinat x, y, dan z. Data detail *Bathymetry* Pandai Damas atau data acuan kecil yang sudah diperoleh terlebih dahulu, kemudian

digabung dengan data acuan besar. Pengolahan atau penggabungan ini dimaksudkan untuk menyamakan jarak antar *grid* dari data peta besar dan peta kecil agar mampu dibawa ke pengolahan data selanjutnya.

Pengolahan *grid* dari kedua data tersebut diperlukan bantuan perangkat lunak *Surfer 10*.



Gambar 4.5 Gambar Bathymetri gabungan peta besar dan peta kecil
(Sumber: *GEBCO 2014 dengan bantuan software surfer 10*)

Setelah data *bathymetry* tersedia maka langkah selanjutnya adalah mengolah data magnituda gempa yang telah tersedia.

Tabel 4.1 Gambar Data Gempa

No.	Lintang	Bujur	Magnituda
1	-10.93	116.15	5.1
2	-8.75	114.7	5
3	-8.36	113.19	5.2
4	-9.75	112.8	5
5	-9.34	113.06	5.8
6	-9.49	113.06	5.1
7	-9.50	112.88	5.2
8	-9.44	113.01	5

(Sumber: *BMKG, 2014*)

4.3.2 Simulasi Probabilistik Magnituda Gempa

Magnitude (μ)	=	5.47688172
standar deviasi (σ)	=	0.547688172
distribusi	=	Normal
Λ	=	4.575583234
$\ln \lambda$	=	1.520734173

Langkah selanjutnya adalah merata-ratakan besarnya magnitude gempa yang terjadi di sekitar daerah acuan. Sehingga didapatkan rata-rata gempa dari 190 kejadian adalah sebesar 5.47688 SR. Setelah ditemukan besar rata-rata gempa yang terjadi di sekitar daerah acuan maka selanjutnya digunakan simulasi Monte-Carlo untuk memprediksi besarnya gempa yang memungkinkan dapat membangkitkan tsunami di daerah Pantai Damas Trenggalek. Dari 1000 kali percobaan simulasi Monte-Carlo didapatkan 1000 data magnitude gempa. Selanjutnya dicari nilai magnituda terbesar dari gempa yang tersimulasi (dalam skala *Richter*). Didapatkan besarnya magnituda sebesar 7.85 SR, gempa sebesar ini sangat memungkinkan membangkitkan tsunami. Karena syarat terjadinya tsunami adalah terjadinya gempa $6.0 > SR$.

4.3.3 Perhitungan Data

Perhitungan adalah tahap selanjutnya dari proses ini. Yang perlu dilakukan adalah perhitungan manual untuk mencari atribut lain untuk menunjang pencarian moment magnitude (M_w). Pengolahan data awal telah diketahui dan didapat besarnya Magnituda gempa dalam skala *Richter* adalah sebesar 7.85 SR. Berdasarkan (*Paul A., 1995*) besarnya *Seismic Moment* adalah sebagai berikut:

$$M_o = 10^{(3/2 \cdot \text{magnitude} + 16.1)}$$

(4.1)

ket:

M_o = *Seismic Moment*

Magnituda = Besarnya Magnituda (Skala *Richter*)

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mengetahui *seismic moment*. (Hanks and Kanamori, 1979)

$$M_0 = 10^{(3/2 \cdot \text{magnitude} + 16.1)}$$

$$M_0 = 10^{(3/2 \cdot (7.85) + 16.1)}$$

$$M_0 = 7.49894 \cdot 10^{27}$$

$$M_w = 2/3 * \log (M_0) - 10.7$$

ket:

(4.2)

$M_w = \text{Moment Magnitude}$

$M_0 = \text{Seismic Moment}$

Setelah diketahui *seismic moment* (M_0) yang akan digunakan selanjutnya untuk mengetahui *Moment Magnitude* (M_w)

$$M = 2/3 * \log (M_0) - 10.7$$

$$M = 2/3 * \log (7.49894 \cdot 10^{27}) - 10.47$$

$$M_w = 7.833$$

Langkah berikutnya adalah mencari parameter-parameter gempa yang lain. Pada kesempatan kali ini digunakan jurnal acuan dari data-data kumpulan gempa di seluruh belahan dunia dan digunakan metode regresi linier untuk mengumpulkan dimensi-dimensinya dan parameter-paramater terkaitnya. Sedangkan database gempa ini berasal dari 421 historis gempa di seluruh dunia yang berhasil dihimpun. Secara umum data yang terhimpun ini adalah berdasarkan hasil publikasi dan penelitian tentang rupture length dan seismologi. Dari database yang tersedia ini bertujuan untuk mengidentifikasi nilai yang paling akurat untuk setiap parameter atau rata-rata nilai dimana nilai tunggal dari satu kejadian saja tidak cukup untuk dijadikan pedoman. Dengan melihat kecenderungan dan kemiripan maka dilakukan metode regresi linier sederhana.

Analisa regresi digunakan untuk mengukur hubungan statistik yang terjadi antara dua variabel atau lebih. Dalam kasus ini digunakan least-square regression atau lebih dikenal dengan regresi sederhana. Dalam analisa regresi suatu persamaan regresi hendak ditentukan dan digunakan untuk menggambarkan pola atau fungsi hubungan yang terdapat antar variabel. Variabel yang diestimasi disebut variabel terikat dan variabel bebas.

Dalam analisa regresi sederhana ini akan ditentukan persamaan yang menghubungkan dua variabel yang dapat dinyatakan sebagai bentuk persamaan pangkat satu. Dengan persamaan umum regresi linier adalah sebagai berikut:

$$y = a + bx \quad (4.3)$$

dimana :

y = nilai estimat variabel terikat

a = titik potong garis regresi pada sumbu y atau nilai *estimate* y bila x = 0

b = gradien garis regresi (perubahan nilai estimate y per satuan perubahan nilai x)

x = nilai variabel bebas

Dalam menentukan parameter-paramater gempa ini (surface rupture length, subsurface rupture length, rupture area dll.) digunakan pula metode regresi sederhana. Termasuk di dalamnya adalah regresi dari Magnitude (M) dan log10 dari parameter-parameter tersebut. Hubungan empiris ini jika dikorelasikan dengan

$$y = a + b \log (x) \quad (4.4)$$

$$\log (x) = a + by \quad (4.5)$$

Tabel 4.2 Regresi linier untuk parameter gempa

Equation*	Slip Type†	Number of Events	Coefficients and Standard Errors		Standard Deviation s	Correlation Coefficient r	Magnitude Range	Length/Width Range (km)
			$a(sa)$	$b(sb)$				
$M = a + b * \log (SRL)$	SS	43	5.16(0.13)	1.12(0.08)	0.28	0.91	5.6 to 8.1	1.3 to 432
	R	19	5.00(0.22)	1.22(0.16)	0.28	0.88	5.4 to 7.4	3.3 to 85
	N	15	4.86(0.34)	1.32(0.26)	0.34	0.81	5.2 to 7.3	2.5 to 41
	All	77	5.08(0.10)	1.16(0.07)	0.28	0.89	5.2 to 8.1	1.3 to 432
$\log (SRL) = a + b * M$	SS	43	-3.55(0.37)	0.74(0.05)	0.23	0.91	5.6 to 8.1	1.3 to 432
	R	19	-2.86(0.55)	0.63(0.08)	0.20	0.88	5.4 to 7.4	3.3 to 85
	N	15	-2.01(0.65)	0.50(0.10)	0.21	0.81	5.2 to 7.3	2.5 to 41
	All	77	-3.22(0.27)	0.69(0.04)	0.22	0.89	5.2 to 8.1	1.3 to 432
$M = a + b * \log (RLD)$	SS	93	4.33(0.06)	1.49(0.05)	0.24	0.96	4.8 to 8.1	1.5 to 350
	R	50	4.49(0.11)	1.49(0.09)	0.26	0.93	4.8 to 7.6	1.1 to 80
	N	24	4.34(0.23)	1.54(0.18)	0.31	0.88	5.2 to 7.3	3.8 to 63
	All	167	4.38(0.06)	1.49(0.04)	0.26	0.94	4.8 to 8.1	1.1 to 350
$\log (RLD) = a + b * M$	SS	93	-2.57(0.12)	0.62(0.02)	0.15	0.96	4.8 to 8.1	1.5 to 350
	R	50	-2.42(0.21)	0.58(0.03)	0.16	0.93	4.8 to 7.6	1.1 to 80
	N	24	-1.88(0.37)	0.50(0.06)	0.17	0.88	5.2 to 7.3	3.8 to 63
	All	167	-2.44(0.11)	0.59(0.02)	0.16	0.94	4.8 to 8.1	1.1 to 350
$M = a + b * \log (RW)$	SS	87	3.80(0.17)	2.59(0.18)	0.45	0.84	4.8 to 8.1	1.5 to 350
	R	43	4.37(0.16)	1.95(0.15)	0.32	0.90	4.8 to 7.6	1.1 to 80
	N	23	4.04(0.29)	2.11(0.28)	0.31	0.86	5.2 to 7.3	3.8 to 63
	All	153	4.06(0.11)	2.25(0.12)	0.41	0.84	4.8 to 8.1	1.1 to 350
$\log (RW) = a + b * M$	SS	87	-0.76(0.12)	0.27(0.02)	0.14	0.84	4.8 to 8.1	1.5 to 350
	R	43	-1.61(0.20)	0.41(0.03)	0.15	0.90	4.8 to 7.6	1.1 to 80
	N	23	-1.14(0.28)	0.35(0.05)	0.12	0.86	5.2 to 7.3	3.8 to 63
	All	153	-1.01(0.10)	0.32(0.02)	0.15	0.84	4.8 to 8.1	1.1 to 350
$M = a + b * \log (RA)$	SS	83	3.98(0.07)	1.02(0.03)	0.23	0.96	4.8 to 7.9	3 to 5,184
	R	43	4.33(0.12)	0.90(0.05)	0.25	0.94	4.8 to 7.6	2.2 to 2,400
	N	22	3.93(0.23)	1.02(0.10)	0.25	0.92	5.2 to 7.3	19 to 900
	All	148	4.07(0.06)	0.98(0.03)	0.24	0.95	4.8 to 7.9	2.2 to 5,184
$\log (RA) = a + b * M$	SS	83	-3.42(0.18)	0.90(0.03)	0.22	0.96	4.8 to 7.9	3 to 5,184
	R	43	-3.99(0.36)	0.98(0.06)	0.26	0.94	4.8 to 7.6	2.2 to 2,400
	N	22	-2.87(0.50)	0.82(0.08)	0.22	0.92	5.2 to 7.3	19 to 900
	All	148	-3.49(0.16)	0.91(0.03)	0.24	0.95	4.8 to 7.9	2.2 to 5,184

*SRL—surface rupture length (km); RLD—subsurface rupture length (km); RW—down-dip rupture width (km), RA—rupture area (km²).
 †SS—strike slip; R—reverse; N—normal.

(Sumber: Wells, Coppersmith 1994)

dimana :

y = magnituda gempa (M)

a = koefisien dan standart eror titik potong garis regresi pada sumbu y atau nilai estimate y bila $x = 0$

b = gradien garis regresi (perubahan nilai estimate y per satuan perubahan nilai x)

x = nilai variabel bebas dalam hal ini adalah parameter yang dicari.

Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan Parameter-paramater gempa sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Regresi linier Parameter Gempa.

No	Parameter Patahan	Tipe Slip			
		SS	R	N	ALL
1	<i>Surface Rupture Length</i> (km)	176.3681	118.7928	80.63062	153.0277
2	<i>Subsurface Rupture Length</i> (km)	193.4016	132.7822	108.7677	151.8693
3	<i>Downdip Rupture Width</i> (km)	22.64175	39.95122	39.95306	31.37329
4	<i>Rupture Area</i> (km)	4262.849	4856.686	3573.222	4345.402

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014*)

Dengan melihat hasil dari tabel diatas dengan ketentuan dari *Coppersmith,1994* maka didapatkan parameter yang sesuai untuk parameter gempa.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Regresi linier Parameter Gempa.

No	Parameter Patahan	Besar Parameter
1	<i>Surface Rupture Length</i> (km)	176.3681
2	<i>Subsurface Rupture Length</i> (km)	193.4016
3	<i>Downdip Rupture Width</i> (km)	31.37329
4	<i>Rupture Area</i> (km)	31.37329

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014*)

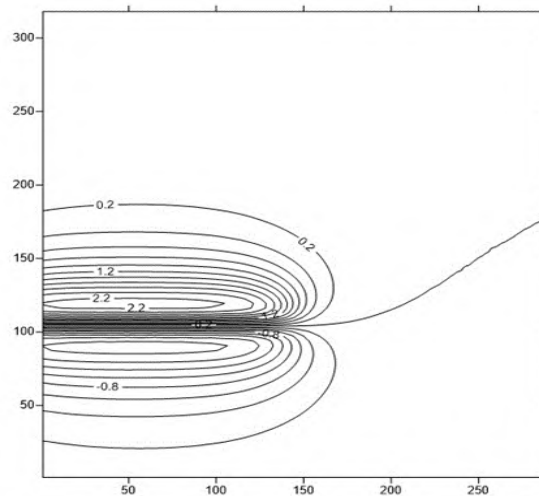
Selain itu digunakan pula data dari *Global CMT* dari historikal gelombang tsunami di Selatan Pulau Jawa (kabupaten Banyuwangi, 1994) untuk mengetahui parameter-parameter lain yang digunakan untuk menunjang perhitungan displacement gelombang tsunami.

Tabel 4.5 Paramater Gempa *Global CMT*

<i>Date: 1994/ 6/ 2 Centroid Time: 18:18:15.8 GMT</i>			
<i>South Java Indonesia</i>			
<i>Lat</i>	<i>= -11.03</i>		
<i>Lon</i>	<i>= 113.04</i>		
<i>Depth</i>	<i>= 15.0</i>		
<i>Dislocation</i>	<i>9 meter</i>		
<i>Fault Plane:</i>	<i>strike=99</i>	<i>dip=83</i>	<i>slip=90</i>

(Sumber: *Global CMT 1994*)

Lalu dengan menggunakan *Voltera formula* untuk mengolah parameter-parameter diatas. Dengan menggunakan script pada Fortran. Script yang digunakan adalah template yang dibuat oleh Kura , *Tohoku University*. Dari script tersebut didapatkan data *Initial condition* berupa ketinggian gelombang tsunami di titik awal terjadinya gempa, yakni sebesar 2.2 meter. Dan *displacement* gelombang yang telah diinterpolasi di sekelilingnya dijadikan sebagai sebuah kondisi awal pembangkitan tsunami.



Gambar 4.6 Gambar *Initial Condition*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014, dengan bantuan Surfer 10*)

4.4 Pengolahan Model Numerik dengan menggunakan *Mike 21 Flow Model*

Perangkat lunak *Mike 21 Flow Model* memungkinkan kita untuk mendapatkan penjaran gelombang tsunami dari pusat terjadinya gempa tektonik bawah laut menuju daratan. Dengan menggunakan *Hydrodynamic Module* memungkinkan untuk diketahuinya gelombang tertinggi hingga mendekati pantai. *Hydrodynamic module* mensimulasikan ketinggian air yang bervariasi dan alirannya dalam responnya kepada variasi gaya di wilayah pantai. Pada kejadian gelombang tsunami yang menggunakan momentum dispersi sebagai sebuah fenomena *hydroaulic* dapat pula dideskripsikan secara spesifik.

4.4.1 Parameter Input

Untuk membuat sebuah model dengan boundary yang sudah disiapkan dan ditentukan sebelumnya. Pada permodelan kali ini data yang disiapkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data Parameter Input *Mike 21 Flow Model*

No	Parameter	Value
1	<i>Module</i>	<i>Hydrodynamic Only</i>
2	<i>Bathymetry</i>	<i>Bati.bat</i>
3	<i>Simulation Period</i>	<i>12/2/2010 12.00.00 - 12/2/2010 12.53.20</i>
4	<i>Time step</i>	<i>16s</i>
5	<i>No. Of Time Steps</i>	<i>3200</i>
6	<i>Initial Surface Level</i>	<i>0.001</i>
7	<i>Result file</i>	<i>HD01.dfs2</i>

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

4.4.1.2 Module Selection

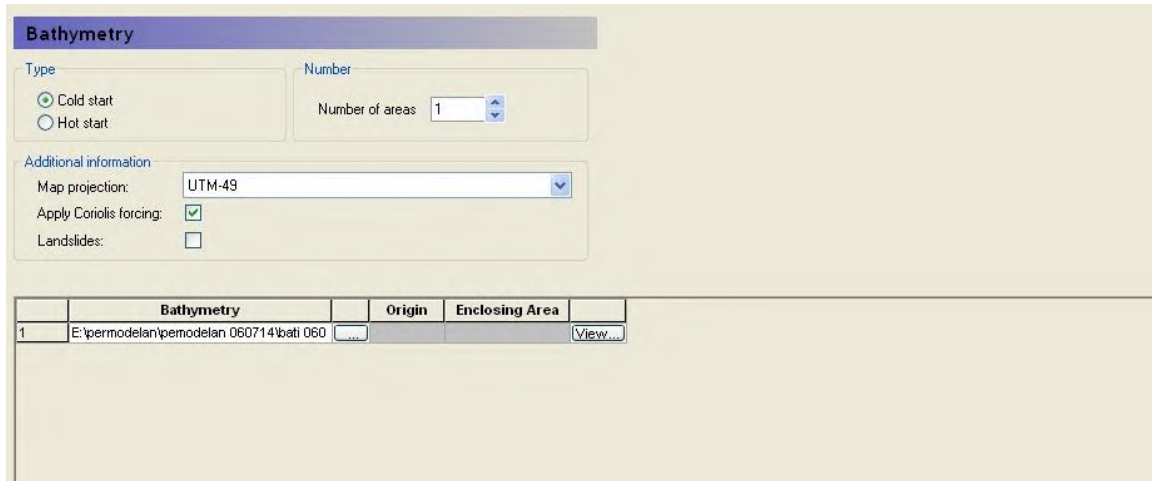
Sesuai dengan kebutuhannya dalam memodelkan pergerakan fluida pada pembangkitan dan penjalaran tsunami maka modul yang digunakan adalah *hydrodynamic only*.

The screenshot shows the 'Module Selection' dialog box in the Mike 21 Flow Model software. It has a title bar 'Module Selection' and a light beige background. The first section, 'Select Module', contains four radio button options: 'Hydrodynamic only' (which is selected), 'Hydrodynamic and Advection-Dispersion', 'Hydrodynamic and Mud Transport', and 'Hydrodynamic and ECO Lab'. The second section, 'AD Scheme', has a label 'Select scheme:' followed by a dropdown menu currently showing 'QUICKEST'. The third section, 'HD Calculations', contains a checkbox labeled 'High precision calculations' which is currently unchecked.

Gambar 4.7 *Module Selection Mike 21 Flow Model*

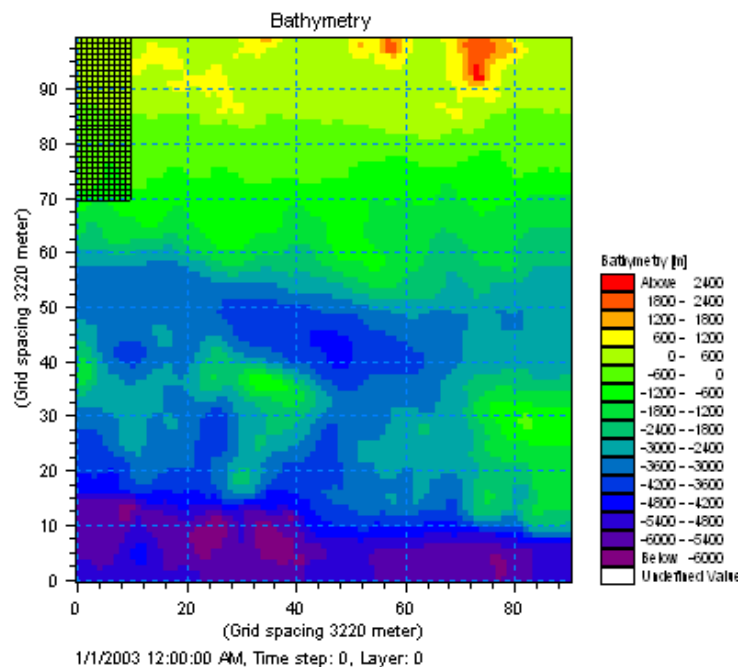
4.4.1.2 Bathymetry

Mempersiapkan *bathymetry* adalah hal utama yang harus disiapkan dalam permodelan ini. Sebagai sebuah daerah acuan/ domain *bathymetry* digunakan sebagai inputan data geografi. Dalam hal ini data yang diinputkan berupa data x,y,z yakni berupa data *longitude*, *latitude* maupun ketinggian/kedalaman.



Gambar 4.8 Input *Bathymetry*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

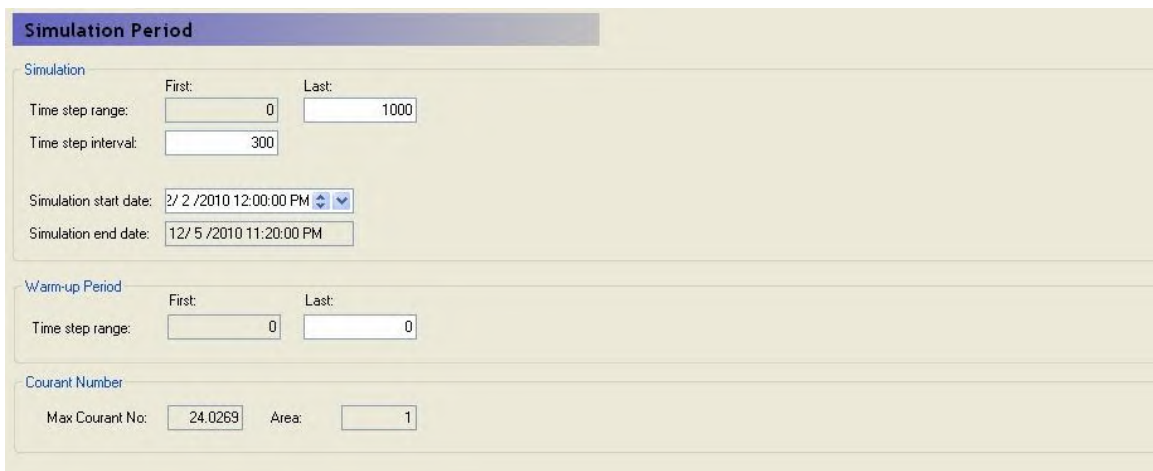


Gambar 4.9 Tampilan *Bathymetry* pada *Mike 21*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

4.4.1.3 Simulation Period

Dikarenakan gelombang tsunami adalah gelombang panjang yang memiliki periode yang panjang pula, maka untuk penetapan periode simulasi dapat digunakan trial-error dan disesuaikan dengan data sekunder yang ada bagaimana tsunami dapat terjadi.



The screenshot shows a software interface titled "Simulation Period". It is divided into three sections: "Simulation", "Warm-up Period", and "Courant Number".

- Simulation:** Contains input fields for "Time step range" (First: 0, Last: 1000), "Time step interval" (300), "Simulation start date" (2/ 2 /2010 12:00:00 PM), and "Simulation end date" (12/ 5 /2010 11:20:00 PM).
- Warm-up Period:** Contains input fields for "Time step range" (First: 0, Last: 0).
- Courant Number:** Contains input fields for "Max Courant No." (24.0269) and "Area" (1).

Gambar 4.10 Tampilan *Simulation Period*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

4.4.1.4 Boundary Condition

Untuk melakukan verifikasi pada model hidrodinamika, kita perlu memberikan batasan-batasan pada sebuah wilayah dengan kondisi tertentu sesuai apa yang benar-benar terjadi di lapangan. Sebuah domain perlu diberikan boundary condition untuk membatasi pergerakan gelombangnya dari mulai laut dalam hingga mencapai pantai.



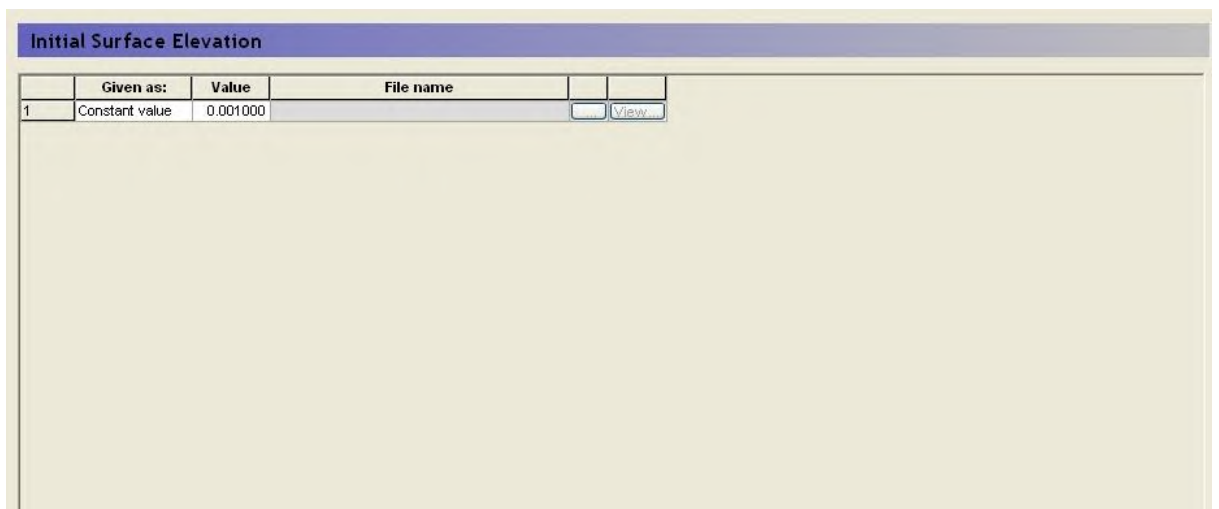
Gambar 4.11 Tampilan *Boundary*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

4.4.2 *Hydrodynamic Parameter*

4.4.2.1 *Initial Surface Elevation*

Merupakan kondisi awal muka air laut tanpa memperhitungkan pasang surut, untuk angka yang dijadikan input adalah sebesar 0.001 untuk menghindari tingkat eror saat perangkat lunak membaca data.



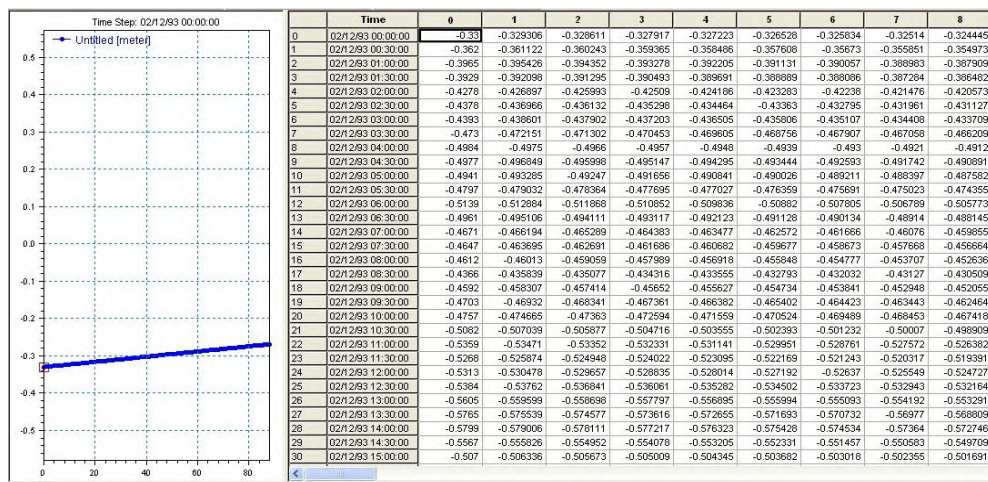
Gambar 4.12 Tampilan *Initial Surface Elevation*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

4.4.2 Boundary Condition

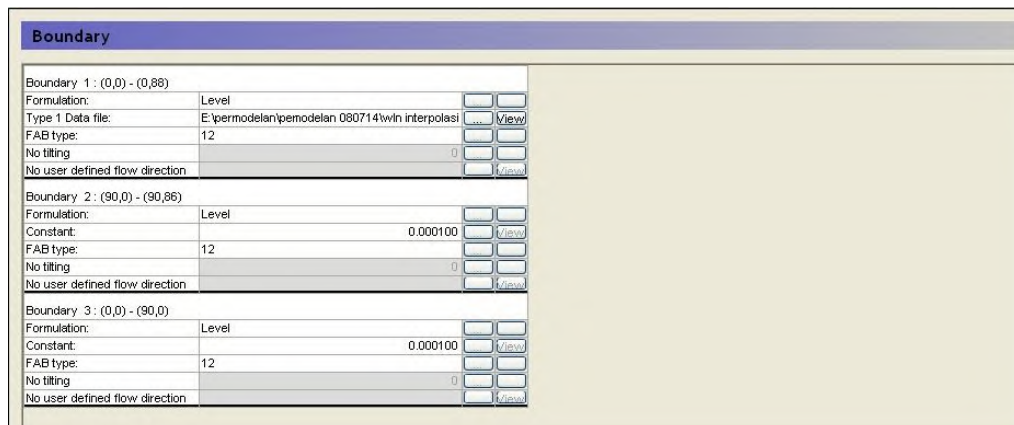
Ada 3 buah jenis batasan yang diberikan pada boundary condition yang ada di hydrodynamic module kali ini. Yaitu batasan wilayah domain secara vertikal dan horisontal dan *water level* yang digunakan sebagai initial condition

Water level adalah berupa pengukuran ketinggian muka air laut diambil dengan data yang telah dihitung sebelumnya pada *initial condition*, yakni displacement gelombang setinggi 2.2 meter dan ketinggian lain yang telah diinterpolasi secara otomatis



Gambar 4.13 Tampilan *Water Level*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

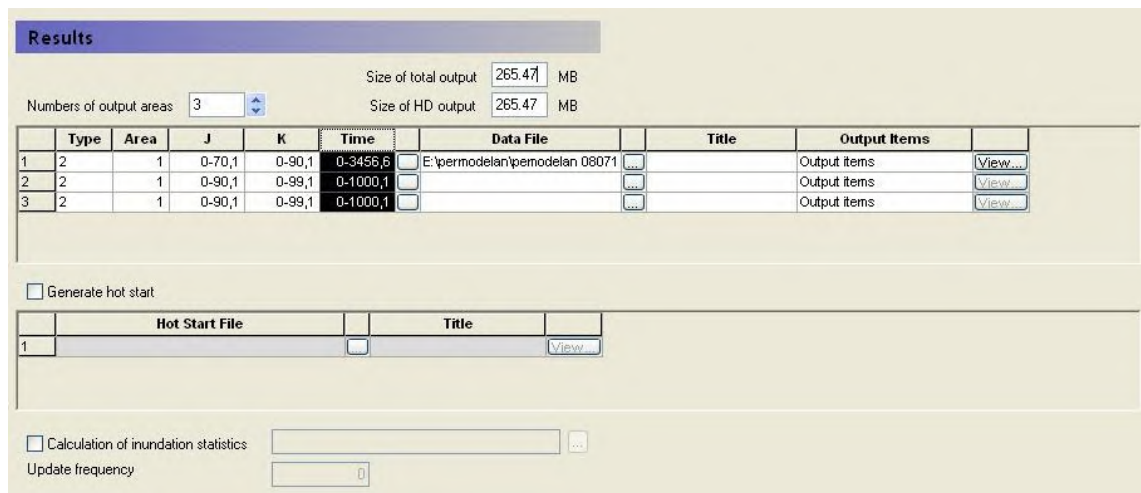


Gambar 4.14 Tampilan Boundary Condition

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

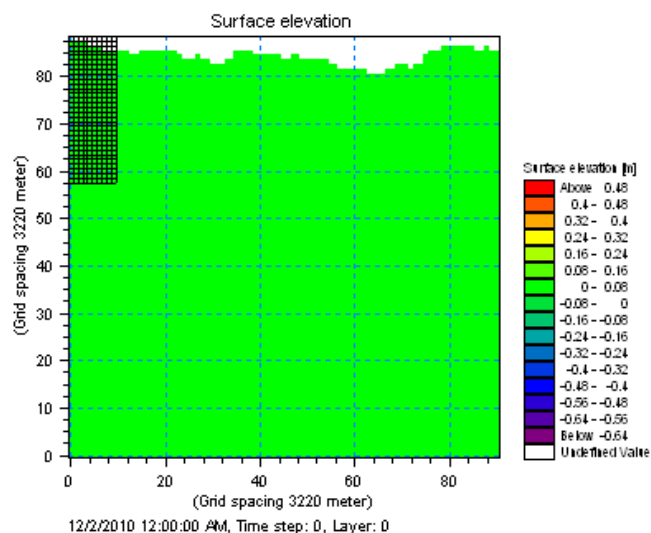
4.4.2.3 Result

Dari setsting model yang sudah dipersiapkan terlebih dahulu, maka output yang diharapkan juga harus ditentukan. Pada kali ini output yang diharapkan berupa ketinggian muka air laut saat terjadinya tsunami mulai dari waktu kejadian gempa, hingga sampai air menuju daerah acuan di kabupaten Trenggalek.



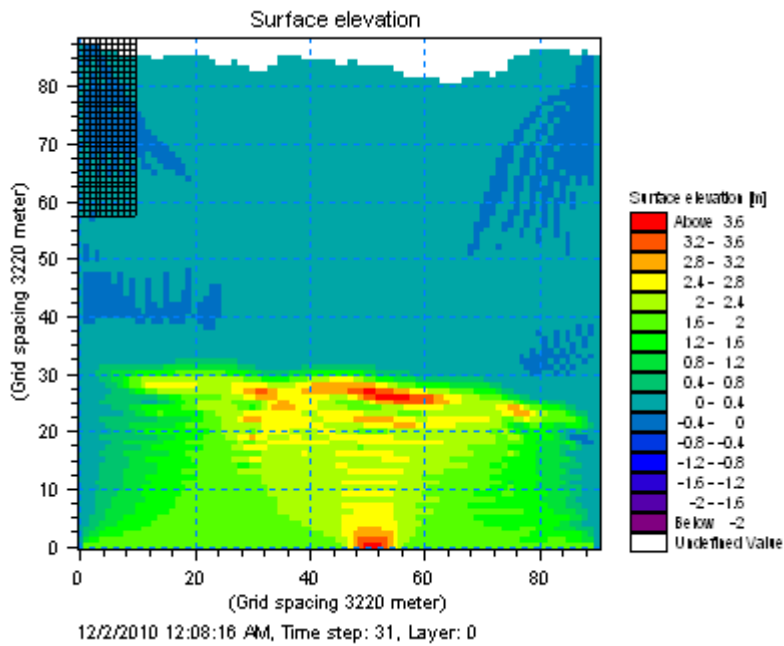
Gambar 4.15 Tampilan *Result*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model)



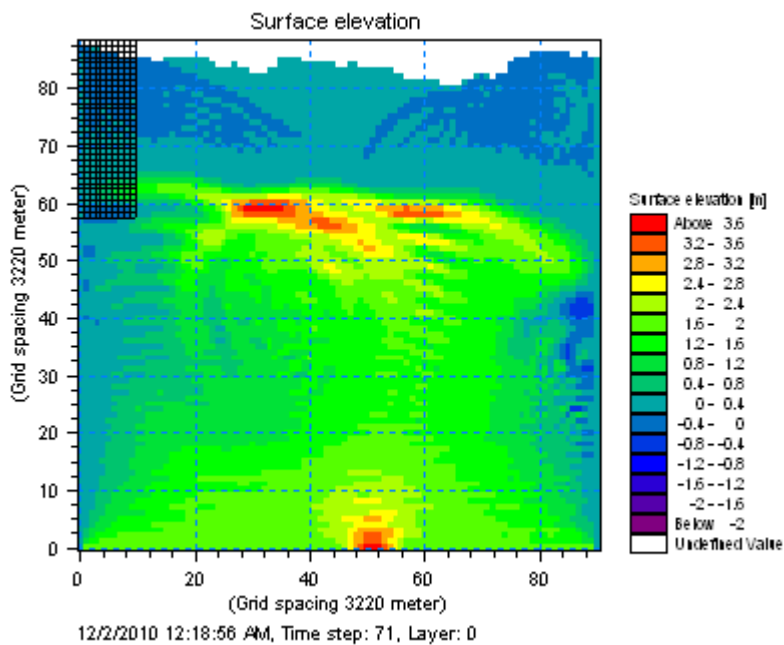
Gambar 4.16 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 0*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model)



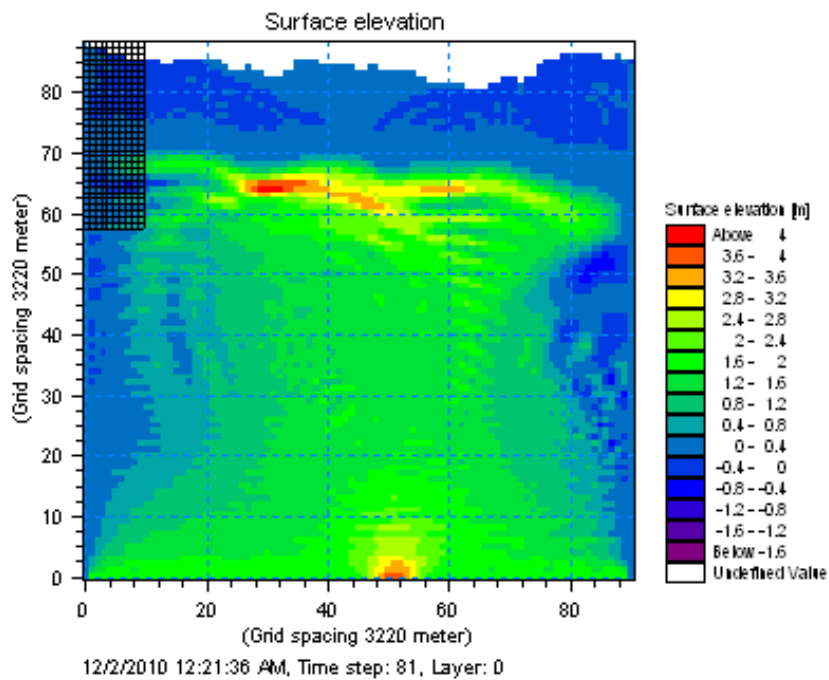
Gambar 4.17 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 31*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

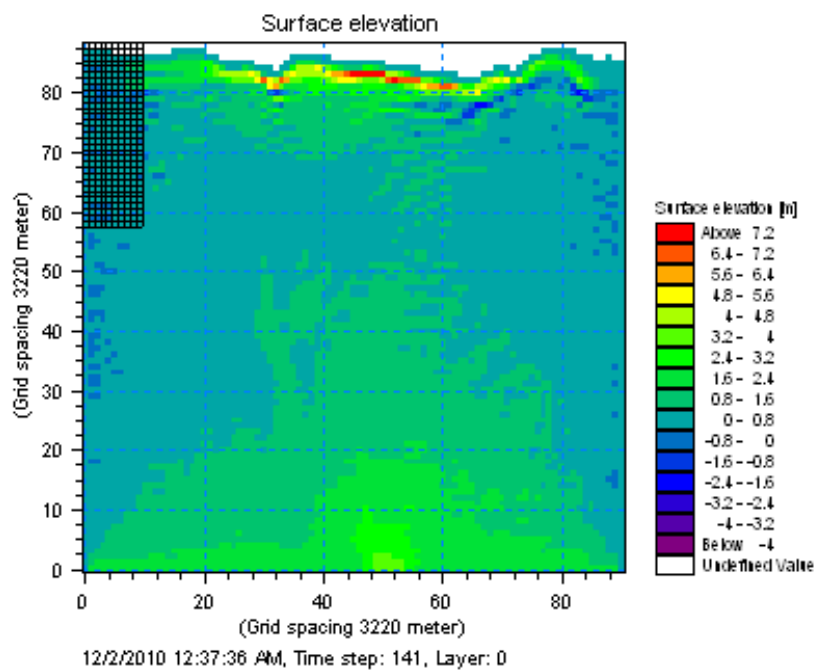


Gambar 4.18 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 71*

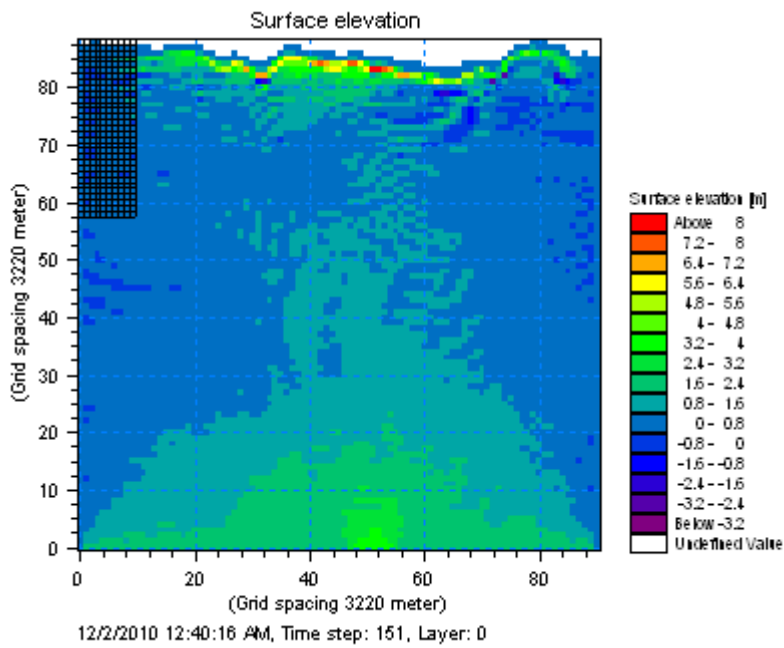
(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar 4.19 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 81*
 (Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

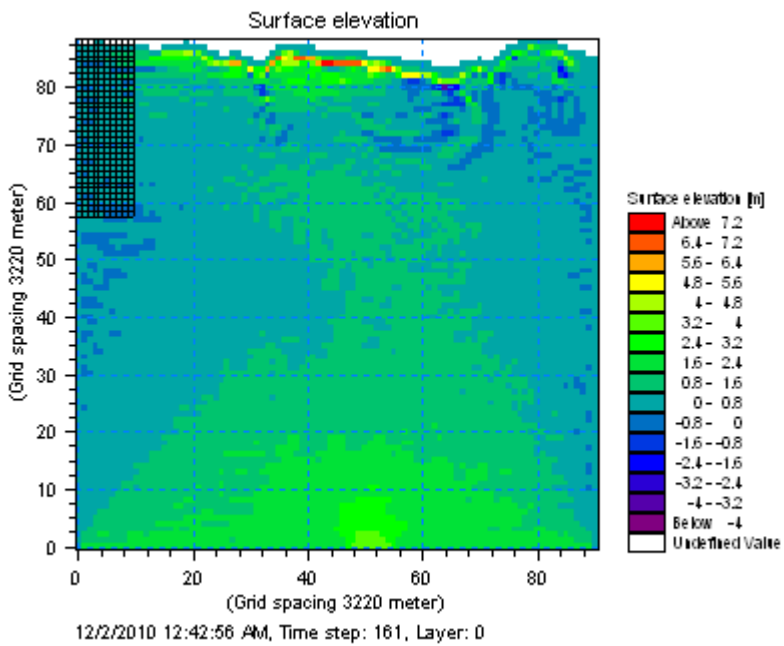


Gambar 4.20 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 141*
 (Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



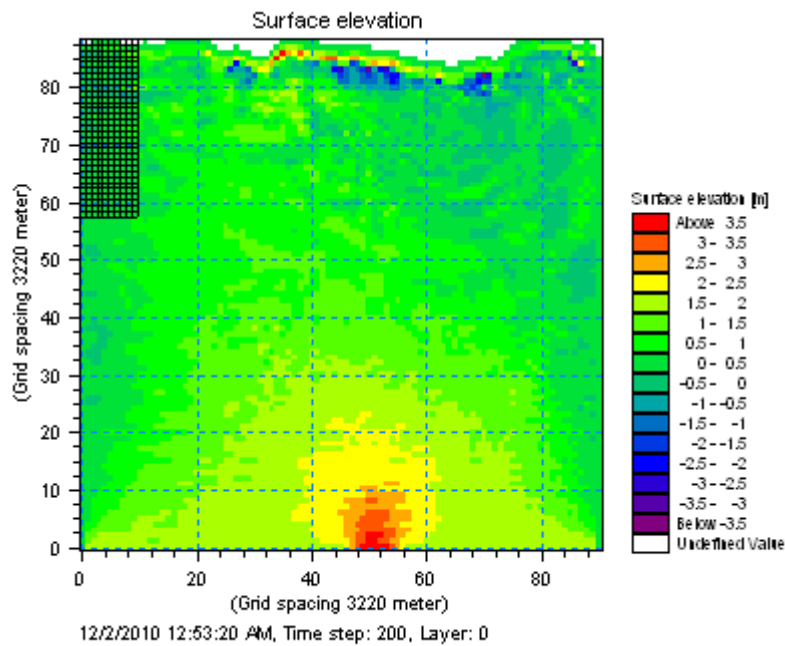
Gambar 4.21 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 151*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar 4.22 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 161*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar 4.23 Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 200*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

Dengan hasil model yang telah dijalankan maka dapat disimpulkan bahwa ketinggian tsunami terjadi pada grid ke 35 (desa Tasikmadu) saat time step ke 161 pada pukul 12:52:20 yakni dengan gelombang sebesar 6.9 meter. Sedangkan untuk ketinggian gelombang tsunami tiap desa adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data Ketinggian Gelombang Tsunami di tiap Desa

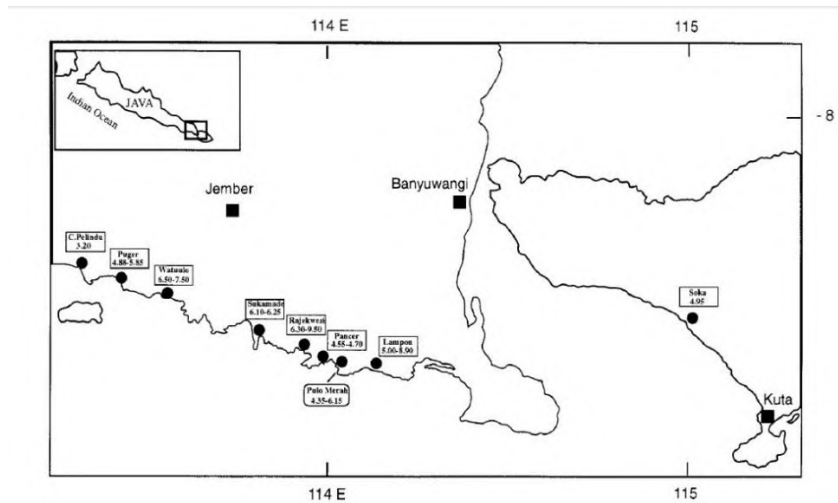
Desa	Ho (m)
Prigi	5.84
Karanggandu	5.67
Tasikmadu	6.9
Ngulung wetan	4.5
Ngulung kulon	4.83
Craken	4.4
Masaran	4.83
Munjungan	4.63
Tawing	4.7
Bendoroto	4.63
Besuki	4.37
Wonocoyo	4.13
Ngelebeng	6.31

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014*)

4.5 Validasi Model

4.5.1 Menggunakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan model dan didapatkan ketinggian run-up di daerah trenggalek sebesar 6,98 meter, langkah selanjutnya adalah dilakukan validasi dengan cara mencocokkan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Maramai dan Tinti, 1996.



Gambar 4.24 Hasil Penelitian Maramai dan Tinti, 1996 di selatan Pulau Jawa
(Sumber: Maramai dan Tinti, 1996)

Tabel 4.7 Data ketinggian Gelombang/*Run-up* Hasil Penelitian Maramai dan Tinti, 1996 di selatan Pulau Jawa

No	Daerah	Ketinggian Gelombang/ <i>Run-up</i>	
1	C Pelindu	3.2	Meter
2	Puger	4.88 - 5.85	Meter
3	Watuulo	6.50 - 7.50	Meter
4	Sukamade	6.10 - 6.25	Meter
5	Rajawesek	6.30 - 9.50	Meter
6	Pancer	4.55 - 4.70	Meter
7	Lampon	5.0 - 8.90	Meter

(Sumber: *Maramai dan Tinti, 1996*)

Dari data penelitian didapatkan ketinggian gelombang Tsunami berkisar antara 3-9 meter di sepanjang selatan pulau jawa dan sesuai dengan hasil dari permodelan.

4.5.2 Menggunakan Perhitungan Manual

Untuk beberapa kejadian Tsunami yang disebabkan oleh gempa bumi, ketinggian gelombang mula-mula di episentrum dapat bergantung pada faktor berikut:

1. Kedalaman pusat gempa (episentrum) di bawah laut h (km)
2. Kekuatan gempa dalam M (SR)
3. Kedalaman air di atas episentrum (*initial condition* = m)

Untuk mencari ketinggian gelombang mula-mula di episentrum digunakan persamaan berikut (Well, Coppersmith 1994)

$$m = 2.8 M - 19.4 \quad (4.6)$$

keterangan:

m : ketinggian gelombang mula-mula di episentrum

M : magnitude gempa bumi (Skala Richter)

Maka didapatkan m sebesar 2.44 meter dan dengan melihat tabel di bawah (Tabel 4.8) maka dapat dicari hubungan antara ketinggian gelombang tsunami mula-mula di episentrum dibanding dengan magnitudenya. Dengan mempertimbangkan Tabel 4.8 ketinggian tsunami ada dalam *range* 4 – 6 meter.

Tabel 4.8 Hubungan antara besaran gempa dan tinggi tsunami di pantai

m	H (meter)
5.0	> 32
4.5	24.0 – 32.0
4.0	16.0 – 24.0
3.5	12.0 – 16.0
3.0	8.0 – 12.0
2.5	6.0 – 8.0
2.0	4.0 – 6.0
1.5	3.0 – 4.0
1.0	2.0 – 1.5

(Sumber: *Triadmodjo, 2004*)

(Halaman ini sengaja Dikosongkan)

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil permodelan simulasi penjalaran gelombang tsunami dan ketinggiannya di dapatkan hasil sebagai berikut

1. Parameter gempa yang dapat menimbulkan tsunami berdasarkan parameter-parameternya adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Data Parameter Gempa Pembangkit Tsunami

Parameter-parameter	Nilai
1. <i>Epicenter (Lat,Long)</i>	112.06°S ; 10.48°E.
2. <i>Focal Depth</i>	15 km
3. <i>Surface Rupture Length</i>	176.3681 km
4. <i>Downdip Rupture Width</i>	31.37329 km
5. <i>Dislocation (slip)</i>	9 m
6. <i>Strike direction (θ)</i>	99 degree
7. <i>Dip angle (δ)</i>	83 degree
8. <i>Rake (slip) angle (λ)</i>	90 degre

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014*)

2. Ketinggian gelombang tsunami di Pantai Damas dan sekitarnya:

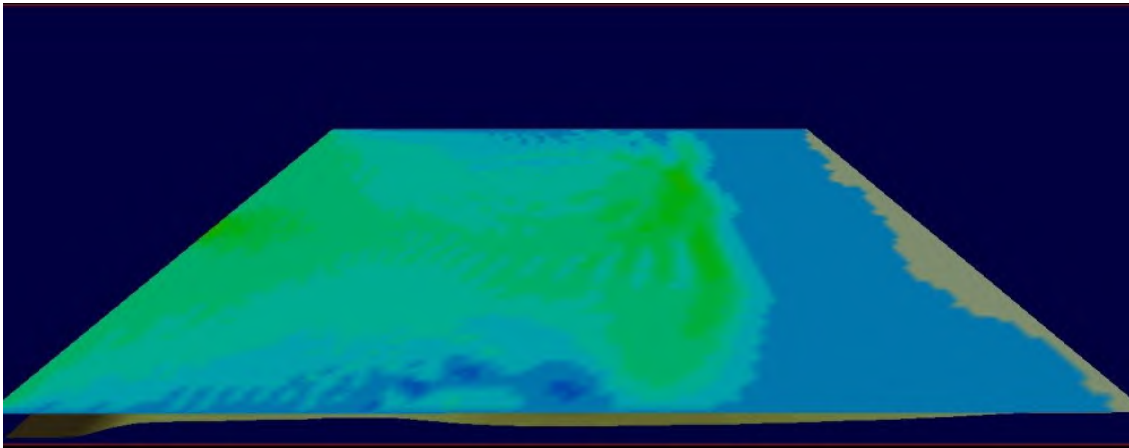
Tabel 5.2 Data Ketinggian Gelombang Tsunami di tiap Desa

Desa	Ho (m)
Prigi	5.84
Karanggandu	5.67
Tasikmadu	6.62
Ngulung wetan	4.5
Ngulung kulon	4.83
Munjungan	4.63
Tawing	4.7
Bendoroto	4.63
Besuki	4.37
Ngelebeng	6.31

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014*)

3. Memodelkan Gelombang Tsunami dengan bantuan perangkat lunak

Setelah mendapatkan ketinggian gelombang tsunami di daerah pantai Damas di kabupaten Trenggalek maka langkah selanjutnya adalah membuat visualisasi dari Simulasi penjalaran dan Pembangkitan gelombang Tsunami.



Gambar 5.1 Hasil Permodelan Tsunami menggunakan *Mike 21 Flow Model*
(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

5.2 SARAN

Berdasarkan pengerjaan Tugas Akhir ini penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis berharap dengan adanya Tugas Akhir ini akan melengkapi dan dijadikan bahan pertimbangan untuk dapat dikoreksi dan diperbaiki kedepannya. Agar suatu saat kumpulan-kumpulan Tugas Akhir yang memiliki tema yang sama dengan Tugas Akhir ini dapat dikumpulkan dan dijadikan pertimbangan untuk direalisasikan dan diaplikasikan untuk Mitigasi Bencana di seluruh Wilayah Indonesia.

Keterbatasan dari penulis pada saat pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Beberapa Parameter Gempa masih menggunakan data acuan historikal gempa dan bukanlah hasil perhitungan manual (*Strike angle, Dip Angle*)

2. Permodelan dengan menggunakan *Mike 21 Flow Model* hanya dapat memodelkan sampai garis pantai saja, dan untuk memodelkan selanjutnya menggunakan *Mike 21* yang lain.

Demikian dari penulis mengucapkan terimakasih atas perhatiannya.

(Halaman ini sengaja Dikosongkan)

LAMPIRAN 1
DATA GEMPA BMKG (1974-2004)

LAMPIRAN 1

Data Gempa 1974-2004 (*Sumber BMKG 2014*)

NO	DATE	AREA OF ORIGIN	M	PLACE OF OBSERVATION	H	REFERENCES	LAT	LONG	MAG
1	Apr 10 1815	Sumbawa	1.50	coastal of Sumbawa Isl.	3.50	Soloviev and Go,1974	-8.2000	118.0000	
2	April 11 1815	Flores Sea	2.00	Sumbawa,Bima,	3.60	Wichman 1918; Sapper 1927; Sieberg 1932 ; Heck 1947			
3	Nop 22 1815	Indonesia, Bali	2.50	Buleleng		Berninghausen, William H; Soloviev and Go,1974	-8.0000	115.2000	7.00
4	Nov 27, 1816	Flores Sea	1?	Bali		Wichman 1918 Sieberg 1932			
5	Nop 8 1818		2.00	Banyuwangi & Bima	3.50	Soloviev and Go, 1974; Wichman 1918; Cox,1970; Sieberg, 1932	-7.0000	117.0000	8.50
6	Dec 29 1820	Flores Sea	4.00	Sumbawa, Bima,	18.00	Mallet, 1855	-5.1000	119.4000	
7				Sulawesi, Makasar, Nipa2, Serang2	24.00	Wichmann 1918; Sieberg 1932; Heck 1947			
8	Nop 28 1836	Bima	0.50	Bima		Soloviev and Go, 1974			7.50
9	Jan 4 1840	S , Java Sea	0.00	Pacitan		Soloviev and Go, 1974; Wichmann, 1918	-8.0000	110.5000	7.00
10	Feb 7 1843	Java	0.00	Genteng Island	0.30	Soloviev and Go, 1974; Wichmann, 1918	-7.2000	114.0000	6.00
11	Apr 14 1855	Flores	0.50	Nangaramo, Maggarai regency					

NO	DATE	AREA OF ORIGIN	M	PLACE OF OBSERVATION	H	REFERENCES	LAT	LONG	MAG
12	Jul 25 1856	Labuan Tereng	0.00	Ampenam, Lombok			-8.5000	116.0000	
13	May 13 1857	Bali sea	2.00	Dilli bay	3.40	Wichmann 1918 ; Sieberg 1932	-8.0000	115.5000	7.00
14			1.50	Liquisa					
15	Oct 20 1859	Java	1.00	Pacitan		Soloviev and Go, 1974; Wichmann 1918; Heck, 1934, 1947; Ponyavin, 1965; Berninghausen, 1966	-9.0000	111.0000	
16	Nop 23 1889	Djawa (Java)	1.00	Gersikputi		Soloviev and Go, 1974	-7.0000	113.5000	6.00
17	Oct 5 1891	Kupang	0.50	Atapupu					
18	Oct 6 1891		2.00	Timor : Timor Island, NTT: Timor Isl. Alor.		Imamura, et al,2000			
19	April 18 1896			NTT: Timor Is., Alor		Imamura, et al,2000			
20	Mart 15 1897	Flores sea	1.00			Soloviev ang Go,1974	-6.8000	120.8000	5.50
21	Mar 23 1908		0.50	Strait between Timor Isl. and Alor Isl.		Heck, 1934, 1947	-10.0000	129.0000	6.60
22			0.50	Ende					
23	Mar 24 1908			Atapupu, Timor, Ende					
24	Jan 20 1917			Bali		Imamura, et al,2000	-8.3000	115.0000	
25	Jan 21 1917	Southeast Bali Isl.	1.00	Klungkung and Bena			-7.0000	116.0000	6.60
26	Aug 7 1927	Flores Sea	17.00	Paloweah Island, and Flores Island,North coast.		Sieberg 1932; Heck1947	-8.6000	121.7000	
27	Aug 4-5 1928	Flores Sea	2.50	Flores, Paluweh Is. Palu Isl.	10.00	Sieberg 1932	-8.3200	121.7080	
			2.00	Strait between Palu Isl. and Flores Isl.	5 - 10.0		-8.3200	121.7080	
28	Jul 19 1930	S. Java Sea	-3.00	Besuki	0.10	Soloviev ang Go, 1974; Visser, 1931	-9.3000	114.3000	6.50
29	Mart 30 1963		2.00	Langara Island		Lander, James F., and Patricia A. Lockridge. 1989	8.3420	115.5080	

NO	DATE	AREA OF ORIGIN	M	PLACE OF OBSERVATION	H	REFERENCES	LAT	LONG	MAG
33	Jul 30,1975	Nusa Tenggara		NTT: Timor,Kupang		Imamura,et al.2000	-2.4000	136.1000	6.50
34	Aug 19 1977	320 km southwest Waingapu	3.0	Sumba Island	3.00	BMG 1977	-11.1000	118.5000	7.00
			3.00	Lunyuk distric	8.00		-11.1000	118.5000	7.00
			2.00	Plampang distric	5.00		-11.1000	118.5000	7.00
			2.00	Jeraweh and Ampang distric, Sumbawa			-11.1000	118.5000	7.00
			2.50	Kp Awang, Truwal district	2.00		-11.1000	118.5000	7.00
			2.50	Puyud & East Peraya Distric			-11.1000	118.5000	7.00
			2.00	Kuta beach on South of Lombok			-11.1000	118.5000	7.00
			1.50	Sanur Beach (Bali)			-11.1000	118.5000	7.00
			2.00	Nusa Penida			-11.1000	118.5000	7.00
			2.50	Banjar Penida			-11.1000	118.5000	7.00
37	Aug 9 1979	Lomblen Is.					-8.5000	123.5000	
38	Dec 17 1979	W.Nusa Tenggara		Sumbawa,Bali,Lombok		Imamura,et al.2000	-1.6900	135.9700	7.50
39	Feb 24 1982	Java Trench			0.10		4.3900	97.5700	5.80
40	Peb 26 1982	J a v a Trench					-8.4000	115.9000	
41	Mart 11 1982	Sumbawa Is. Ind			0.10		-9.2650	118.4790	6.60
46	Jun 20 1991	Kwandang,		Kwandang		BMG 1991	-8.1000	121.4000	
47	Jul 04 1991	Kalabahi, alor	1.00	Kalabahi		BMG 1991	1.9000	122.8000	6.20
48	Dec 12 1992	Flores	2.70	Flores.	26.20	BMG 1992	-8.4800	121.9300	7.80
			1.00	Maumere Port	1.80		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Wuring	1.8 - 3.6		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Waliti	2.10		-8.4800	121.9300	7.80
			0.50	Nangahureh	1.90		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Patisomba	3.30		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Watusia			-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Nagarasong			-8.4800	121.9300	7.80

NO	DATE	AREA OF ORIGIN	M	PLACE OF OBSERVATION	H	REFERENCES	LAT	LONG	MAG
			1.50	Kolisia	5.20		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Deteh Magepandang	2.30		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Awora	2.90		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Mausambi	3.40		-8.4800	121.9300	7.80
			1.00	Mage (Palu Island)	2.80		-8.4800	121.9300	7.80
			1.00	Ngolo (P. Pomana)	2.7 - 3.2		-8.4800	121.9300	7.80
			0.50	Buton (P. Pomana Besar)	1.50		-8.4800	121.9300	7.80
			1.00	Taot (P. Besar)	2.80		-8.4800	121.9300	7.80
			1.50	Kusung Pandang (P. Besar)			-8.4800	121.9300	7.80
			2.00	Kampung Basu (P. Besar)	3.3 - 4.6		-8.4800	121.9300	7.80
			2.50	Pagaraman (P. Babi)	5.60		-8.4800	121.9300	7.80
			2.00	Nebe (Nangamerah)	4.60		-8.4800	121.9300	7.80
			2.00	Wailamung	5.50		-8.4800	121.9300	7.80
			2.00	Pantai Lato	3.5 - 3.8		-8.4800	121.9300	7.80
			3.00	Uepadung	4.00		-8.4800	121.9300	7.80
			3.00	Leworahang	10 - 14.0		-8.4800	121.9300	7.80
			3.00	Waibalan	7.9 - 10.6		-8.4800	121.9300	7.80
			2.00	Pantai Lela	4.50		-8.4800	121.9300	7.80
			3.5	Riang Koko	19.80		-8.4800	121.9300	7.80
			3.00	Bunga-Koten	12.30		-8.4800	121.9300	7.80
			0.50	Larantuka	1.80		-8.4800	121.9300	7.80
			0.00	Konga	0.80		-8.4800	121.9300	7.80
49	Jun 03 1994	Banyuwangi,E.Java	3.00	Pancer - Banyuwangi regency	5.7 - 9.4	BMG 1994 ; USGS	-10.0000	112.7400	5.90
			3.00	Lampon - Banyuwangi regency	9.30		-10.2800	113.1800	7.20

NO	DATE	AREA OF ORIGIN	M	PLACE OF OBSERVATION	H	REFERENCES	LAT	LONG	MAG
			3.00	Rejakwesi - Banyuwangi regency	13.90		-10.2800	113.1800	7.20
			2.00	Grajangan - Banyuwangi regency	4.10		-10.2800	113.1800	7.20
			1.50	Ambulu - Jember			-10.2800	113.1800	7.20
			1.00	Puger			-10.2800	113.1800	7.20
			1.50	Klating (Bali Island)	3.50		-10.2800	113.1800	7.20
			0.00	Kuta	1.00		-10.2800	113.1800	7.20
			0.50	Tanah Lot	1.90		-10.2800	113.1800	7.20
			1.50	Soka	3.70		-10.2800	113.1800	7.20
			1.50	Antap	4.10		-10.2800	113.1800	7.20
			1.00	Surabatan	2.60		-10.2800	113.1800	7.20
			1.50	Penggragan	3.20		-10.2800	113.1800	7.20
			1.00	Pakutatan	2.80		-10.2800	113.1800	7.20
			1.00	Rambut Suiwi	2.70		-10.2800	113.1800	7.20

LAMPIRAN 2
DATA GEMPA DAERAH SELATAN JAWA

LAMPIRAN 2

Data Gempa Wilayah Selatan Pulau Jawa (*Sumber: BMKG 2014*)

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
1	-10.93	116.15	5.1
2	-8.75	114.7	5
3	-8.36	113.19	5.2
4	-9.75	112.8	5
5	-9.34	113.06	5.8
6	-9.49	113.06	5.1
7	-9.50	112.88	5.2
8	-9.44	113.01	5
9	-9.43	112.95	5.2
10	-9.51	112.85	5.2
11	-9.33	113.1	5
12	-10.48	112.83	7.8
13	-10.35	112.77	5.1
14	-10.39	113	5.6
15	-10.22	113.51	5
16	-10.98	112.74	5.1
17	-10.49	113.08	5.4
18	-9.42	114.33	5.4
19	-11.74	111.88	5.1
20	-9.44	113.04	5.3
21	-10.47	112.96	5.6
22	-10.66	113.02	5.1
23	-10.36	112.89	6.3
24	-10.55	112.87	5.3
25	-10.42	112.9	5.9
26	-10.56	112.8	5.2
27	-10.54	113.01	5.3
28	-10.40	113.59	5.6
29	-10.47	112.81	5.5
30	-10.78	113.37	6.2
31	-11.38	112.85	5.3
32	-10.57	113.19	5.4
33	-10.79	113.34	5.2
34	-10.83	113.22	5.6
35	-10.70	113.56	5.7

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
36	-10.56	112.89	5.4
37	-10.83	113.2	5.7
38	-10.35	113.4	6.1
39	-10.83	113.45	5.2
40	-10.72	113.49	5.6
41	-10.02	112.88	5.4
42	-10.65	112.65	5.6
43	-10.68	112.42	5.2
44	-11.15	112.36	5
45	-10.27	114.15	5.1
46	-10.81	113.32	5.5
47	-10.52	113.41	5.1
48	-10.93	112.49	5
49	-10.64	112.54	5.3
50	-10.59	112.62	5.5
51	-11.08	113.08	5.2
52	-11.00	113.2	5.3
53	-10.83	113.15	5.1
54	-10.66	112.56	5.3
55	-11.03	112.61	5
56	-11.18	113.63	5.2
57	-11.07	113.12	5.4
58	-10.64	112.67	5.1
59	-10.14	113.62	5.8
60	-11.09	113.15	5
61	-11.20	112.22	5
62	-10.39	112.73	5.3
63	-10.29	113.5	5.4
64	-10.62	112.68	5.1
65	-10.46	112.83	5.2
66	-10.57	112.78	5.3
67	-10.84	112.99	5.1
68	-10.83	112.06	5
69	-10.61	112.6	5.3
70	-10.77	113.63	5
71	-10.28	113.49	5.7
72	-10.23	113.57	5.8
73	-10.80	112.89	5.1

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
74	-10.33	113.62	5.6
75	-10.55	113.39	5.1
76	-10.68	113.31	5.1
77	-10.53	113.44	5.1
78	-10.51	113.48	5.2
79	-10.49	113.51	5.1
80	-10.34	113.66	6.2
81	-10.15	113.69	5.5
82	-10.17	113.75	6.1
83	-10.50	113.44	5.2
84	-10.38	112.44	5
85	-10.65	113.47	5
86	-10.15	113.63	5.6
87	-9.47	112.76	5.3
88	-10.35	113.48	5.3
89	-10.60	113.48	5.1
90	-10.56	112.64	5.1
91	-10.77	113.31	5
92	-11.02	113.69	5.1
93	-10.85	112.64	5.1
94	-11.08	112.5	5.1
95	-9.74	112.49	5.4
96	-9.59	112.94	5.6
97	-9.66	112.84	5.3
98	-10.65	113.27	6
99	-11.06	113.05	5
100	-10.26	113.59	5.7
101	-10.42	117	5.1
102	-9.86	112.71	5.1
103	-10.92	113.6	5.4
104	-9.17	111.85	5.2
105	-10.94	112.89	5.2
106	-10.70	113.44	5
107	-5.79	110.35	6.6
108	-5.73	110.36	6
109	-5.96	110.22	5
110	-8.30	116.76	5
111	-5.59	110.19	6.5

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
112	-8.47	115.65	5
113	-8.83	110.78	5
114	-8.01	116.49	5.8
115	-8.92	110.33	5.4
116	-8.73	111.03	5.9
117	-8.33	112.91	5
118	-8.68	111.21	5.4
119	-9.39	113.07	5.2
120	-6.04	112.33	5.4
121	-8.65	114.68	5.1
122	-6.03	112.96	5.1
123	-5.91	110.68	5
124	-10.75	113.72	5.3
125	-5.70	110.8	6
126	-9.05	110.53	5.3
127	-8.85	112.38	6.3
128	-8.97	110.51	5.3
129	-8.97	112.67	5
130	-9.68	112.79	5.7
131	-9.92	116.23	5.1
132	-9.58	111.76	5
133	-9.27	113.96	5.1
134	-8.63	111.14	5.5
135	-8.41	112.34	5
136	-8.65	110.7	5
137	-8.44	112.19	5
138	-5.68	110.62	5.5
139	-8.47	112.64	5.2
140	-8.78	112.58	5.2
141	-7.53	111.99	4.3
142	-9.48	112.93	4.6
143	-8.38	111.02	4.4
144	-8.75	111.44	4.7
145	-9.38	111.85	4.2
146	-10.56	110.37	3.5
147	-8.72	113.26	4.7
148	-8.81	111.39	4.4
149	-9.13	115.75	

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
150	-10.49	113.9	5.1
151	-9.34	111.62	4.6
152	-8.70	112.01	4.7
153	-8.49	112.5	4.8
154	-9.48	112.76	4.8
155	-7.87	110.18	6.3
156	-8.51	116.96	
157	-8.43	115.95	4.3
158	-6.02	112.99	4.5
159	-9.14	114.39	3.8
160	-9.54	111.87	4.5
161	-9.26	112.39	
162	-8.70	113.03	3.7
163	-9.75	114.32	4.6
164	-8.78	115.6	
165	-9.73	114.24	4.6
166	-9.96	114.05	4.5
167	-8.61	113.83	5.7
168	-8.06	110.1	4.4
169	-8.52	111.07	4.8
170	-8.59	110.59	5.9
171	-5.64	111.08	5.3
172	-9.20	112.36	5.2
173	-8.61	110.64	5.1
174	-8.58	112.5	5.2
175	-8.68	111.23	5.9
176	-8.94	113.15	5.3
177	-8.55	110.19	5.9
178	-7.96	111.69	5
179	-10.01	111.03	5.8
180	-8.31	115.8	5.8
181	-7.99	112.08	5
182	-8.66	114.66	5.5
183	-9.03	114.45	5
184	-9.1	111.25	4.9
185	-6.93	112.72	4.7
186	-8.76	115.35	5.2
187	-9.50	114.3	5.1

No.	Lintang	Bujur	Magnitude
188	-9.14	112.53	5.5
189	-10.71	112.68	5.1
190	-9.2	111.1	4.7

LAMPIRAN 3
DATA SIMULASI MONTE CARLO

LAMPIRAN 3

Data Hasil Simulasi Monte Carlo

run #	uniform Fu(U)	Ln(Fx(X))	normal Fx(X)	$x = [(-2(\text{Ln } F_x(X)/\text{Ln } \lambda))^{0,5}] \sigma + \mu$	M
	Fu(U) = Fx(X)		$(-2(\text{Ln } F_x(X)/\text{Ln } \lambda))^{0,5}$		
	RNG				
1	0.276671557	-1.284924189	1.299951345	6.188849696	7.0450675
2	0.163537363	-1.810713793	1.543168146	6.322056662	7.3514455
3	0.546683196	-0.603885811	0.89118067	5.964970833	7.0500401
4	0.889163813	-0.117473794	0.393059994	5.69215603	7.0419194
5	0.288286498	-1.24380051	1.278979874	6.17736387	7.645641
6	0.974378176	-0.025955779	0.184758906	5.578071988	7.2058651
7	0.798824816	-0.224613612	0.54350855	5.774554925	7.0494899
8	0.115935554	-2.154720815	1.683386534	6.398852614	6.964029
9	0.670216531	-0.400154438	0.725441112	5.874197237	7.2396179
10	0.525806466	-0.642822069	0.919461893	5.980460124	7.2455523
11	0.634975625	-0.454168666	0.772853057	5.900164199	7.0052421
12	0.243307358	-1.413429786	1.363406828	6.223603514	7.1146167
13	0.599699223	-0.511327044	0.820045079	5.926010711	7.2557407
14	0.845099545	-0.168300854	0.470469533	5.734552319	7.1143891
15	0.682744924	-0.381633953	0.708454312	5.864893768	7.0799717
16	0.987041407	-0.013043288	0.130973032	5.548614101	6.9871262
17	0.630045678	-0.461962957	0.779456569	5.903780864	7.1371857
18	0.845323841	-0.168035482	0.470098475	5.734349095	7.108148
19	0.374592604	-0.981916233	1.13638519	6.099266448	7.1523312
20	0.649075597	-0.432206087	0.753934791	5.889802888	7.0549511
21	0.442109381	-0.816197959	1.03606284	6.044321083	6.911716
22	0.279093924	-1.276206908	1.295534226	6.186430492	6.9964864
23	0.011243522	-4.487963136	2.429478084	6.807478131	7.2183004
24	0.035435062	-3.340053492	2.095873451	6.624766819	7.2994015
25	0.690572839	-0.370233825	0.697792652	5.859054503	7.0444485
26	0.330791127	-1.10626814	1.206197843	6.137502012	7.2128344
27	0.601557583	-0.508233015	0.817560277	5.924649814	7.2476041
28	0.901166081	-0.104065709	0.369949265	5.679498557	7.2076243
29	0.487792413	-0.717865346	0.971649966	6.009042914	7.0762718
30	0.348905928	-1.05295294	1.176773354	6.121386568	7.1167321
31	0.484007555	-0.725654762	0.976907334	6.011922312	7.3429988
32	0.18600689	-1.681971562	1.487296889	6.291456635	7.1249656

33	0.012110046	-4.413719915	2.409299166	6.796426377	6.9447291
34	0.306639536	-1.182082372	1.246844275	6.159763582	7.2231757
35	0.331132186	-1.105237631	1.205635915	6.137194251	7.035387
36	0.838343539	-0.176327312	0.481557486	5.74062506	7.0612553
37	0.510538375	-0.672289473	0.94030014	5.991872985	7.1957484
38	0.104595932	-2.25765062	1.723124717	6.420616747	7.1507686
39	0.638223809	-0.449066259	0.768499444	5.897779776	6.9844165
40	0.040077425	-3.216942066	2.056884782	6.603413187	7.0779582
41	0.879942508	-0.127898706	0.410129889	5.70150501	7.2318296
42	0.394882524	-0.929166965	1.105440128	6.082318203	7.0458805
43	0.94215727	-0.059583065	0.279930207	5.630196184	7.2874673
44	0.683505136	-0.380521109	0.707420632	5.864327633	7.0241496
45	0.334477101	-1.095186858	1.20014151	6.13418503	7.6174512
46	0.170042606	-1.771706247	1.526455695	6.312903449	7.0694669
47	0.231851293	-1.461659092	1.386472919	6.236236539	7.1034055
48	0.325003767	-1.123918505	1.215782131	6.142751213	7.0362541
49	0.542389273	-0.611771319	0.896980293	5.968147217	7.1538965
50	0.798438818	-0.225096936	0.544092998	5.77487502	7.156211
51	0.311852796	-1.16522401	1.237921363	6.154876609	7.0661798
52	0.122201447	-2.102084388	1.662698169	6.387521841	7.1777937
53	0.313878195	-1.158750283	1.234477764	6.152990591	7.3174895
54	0.51530971	-0.662987181	0.933772137	5.988297675	7.180706
55	0.883398524	-0.123978851	0.403796126	5.698036083	7.3173643
56	0.056989595	-2.86488657	1.941073859	6.539984914	7.1064911
57	0.051220482	-2.971615785	1.976899873	6.559606398	7.3907426
58	0.930387842	-0.072153746	0.308047569	5.645595731	7.1609803
59	0.23745051	-1.437796057	1.375108572	6.230012421	7.0287292
60	0.075444052	-2.584363932	1.843593553	6.486596104	7.1915539
61	0.574602414	-0.554076932	0.853637293	5.944408769	7.2766576
62	0.779694921	-0.248852563	0.572083476	5.790205074	7.4046538
63	0.338897339	-1.082058052	1.192926334	6.130233364	7.2670263
64	0.096946688	-2.333594057	1.751866469	6.436358264	7.2324903
65	0.38095903	-0.965063442	1.126591	6.093902286	7.0154726
66	0.150577165	-1.893279601	1.57795903	6.341111217	7.1299923
67	0.411616013	-0.887664372	1.080470067	6.068642396	7.2297652
68	0.988059334	-0.012012528	0.125691398	5.545721412	7.1433357
69	0.760246738	-0.274112243	0.600416422	5.805722693	7.1794035
70	0.331967582	-1.102717958	1.204260853	6.136441145	7.07087
71	0.203992171	-1.589673662	1.445913573	6.268791482	7.0903332

72	0.110410624	-2.203548917	1.702353285	6.409240479	7.2731294
73	0.912670507	-0.091380354	0.346668806	5.666748125	7.3867537
74	0.696680174	-0.361428835	0.689445187	5.854482694	6.9985687
75	0.93887389	-0.063074111	0.288014209	5.634623696	7.1391807
76	0.084163738	-2.474991115	1.804160488	6.46499908	7.090262
77	0.241838226	-1.419486264	1.366324772	6.225201637	7.1104234
78	0.768200275	-0.263704805	0.588907881	5.799419602	7.1840573
79	0.487628922	-0.718200568	0.971876805	6.009167151	7.3800184
80	0.38837843	-0.945775079	1.115275799	6.087705084	7.1327183
81	0.904508659	-0.100363401	0.363308895	5.675861705	6.9955672
82	0.156732107	-1.853217257	1.56117473	6.331918655	7.1170692
83	0.460894683	-0.774585715	1.009306539	6.029666974	7.540206
84	0.401556824	-0.912406226	1.095424538	6.076832783	7.1918524
85	0.693931317	-0.365382291	0.693205648	5.856542254	7.1781626
86	0.060412786	-2.80655451	1.921211095	6.529106313	7.139107
87	0.636276396	-0.452122226	0.77110989	5.899209487	7.1035921
88	0.948663298	-0.05270134	0.263268666	5.621070855	7.1599534
89	0.223692788	-1.497481652	1.403360021	6.245485405	7.1547098
90	0.102351277	-2.27934449	1.731383717	6.425140104	7.4005367
91	0.343187382	-1.069478679	1.185971931	6.12642452	7.2129502
92	0.863543872	-0.146710575	0.439257368	5.717457785	7.0132128
93	0.741774187	-0.298710412	0.626777685	5.820160445	7.2793304
94	0.856121214	-0.155343308	0.451996029	5.724434599	7.0518984
95	0.494161118	-0.704893664	0.962831186	6.004212973	7.2867694
96	0.523374689	-0.647457648	0.922771192	5.982272588	7.024033
97	0.528571568	-0.637577066	0.915703109	5.978401482	7.1106832
98	0.134218105	-2.008289153	1.62517999	6.366973578	7.0035267
99	0.614434292	-0.487053284	0.800343797	5.915220552	7.3849263
100	0.493347662	-0.706541156	0.963955704	6.004828858	7.2366943
101	0.910311702	-0.093968209	0.351543295	5.669417825	7.2174416
102	0.909733477	-0.094603605	0.352729829	5.670067675	6.955
103	0.809237663	-0.211662631	0.527606868	5.765845762	7.175
104	0.272929302	-1.298542486	1.306821969	6.192612656	7.053
105	0.269055008	-1.312839431	1.313996327	6.196541967	7.119
106	0.103257961	-2.270524947	1.728030821	6.423303762	7.545
107	0.209577391	-1.562662199	1.433576584	6.262034659	7.213
108	0.993037919	-0.006986429	0.095855265	5.529380516	7.128
109	0.760534407	-0.273733925	0.600001944	5.805495688	7.046
110	0.134547133	-2.005840714	1.624189005	6.366430828	7.135

111	0.073124673	-2.615589441	1.854697698	6.492677712	7.017
112	0.309659181	-1.172283003	1.2416654	6.156927173	7.424
113	0.417708433	-0.872971619	1.071490704	6.063724506	6.919
114	0.024865302	-3.694281922	2.204212	6.684102562	7.329
115	0.275602714	-1.288794892	1.301907858	6.189921255	7.449
116	0.217321528	-1.526377325	1.41683507	6.25286553	7.803
117	0.137700011	-1.982677795	1.614783922	6.361279775	7.143
118	0.368881192	-0.997280661	1.145241412	6.104116896	7.455
119	0.935557471	-0.066612702	0.295983069	5.638988146	7.107
120	0.845597746	-0.16771151	0.469645083	5.734100778	7.091
121	0.62788596	-0.465396722	0.782348051	5.905364495	7.129
122	0.243423181	-1.412953864	1.36317727	6.223477788	7.129
123	0.932270538	-0.07013223	0.303701662	5.643215529	7.57
124	0.778880777	-0.249897291	0.573283074	5.790862079	7.304
125	0.116523597	-2.149661478	1.681409056	6.397769573	6.919
126	0.631497261	-0.459661675	0.777512702	5.902716231	7.607
127	0.716947943	-0.332752045	0.661528732	5.839193183	7.818
128	0.386898588	-0.949592667	1.117524418	6.088936626	7.41
129	0.372567758	-0.987336356	1.139517265	6.100981849	7.029
130	0.739799334	-0.3013763	0.62956836	5.821688865	6.931
131	0.719539153	-0.329144337	0.657932802	5.837223734	7.515
132	0.85493109	-0.156734409	0.454015334	5.725540549	7.377
133	0.338415228	-1.083481651	1.193710807	6.13066301	6.93
134	0.579295639	-0.545942328	0.847347844	5.940964112	7.254
135	0.034210458	-3.37522389	2.106879213	6.630794545	7.135
136	0.426381926	-0.852419795	1.058802866	6.056775527	7.365
137	0.256452189	-1.360813029	1.337788858	6.209572855	7.173
138	0.423922186	-0.858205364	1.062389959	6.058740135	7.147
139	0.158167463	-1.844100916	1.557330133	6.329813014	7.297
140	0.49670443	-0.699760137	0.959318776	6.002289267	7.176
141	0.230701309	-1.46663144	1.388829205	6.237527049	7.411
142	0.622281765	-0.47436229	0.78984782	5.909472029	7.142
143	0.259473868	-1.349099282	1.332018635	6.206412572	7.075
144	0.557609623	-0.584096162	0.876456813	5.95690675	7.086
145	0.531850072	-0.631393649	0.911251906	5.975963611	7.0642
146	0.470937116	-0.753030707	0.995164071	6.021921311	7.103
147	0.266463911	-1.322516465	1.318830216	6.199189431	7.179
148	0.447478217	-0.804127421	1.028373273	6.040109599	6.995
149	0.792443538	-0.232634021	0.553127127	5.779822906	7.646

150	0.06703014	-2.70261291	1.885299137	6.509437758	7.018
151	0.979134759	-0.021085997	0.166527288	5.568086747	7.15
152	0.237373556	-1.438120194	1.375263566	6.230097309	7.392
153	0.323691935	-1.127963032	1.21796772	6.143948235	7.854
154	0.129302778	-2.045598511	1.64020656	6.375203453	7.018
155	0.073503253	-2.61042561	1.852865974	6.491674499	7.117
156	0.303217444	-1.193305092	1.252749079	6.162997574	6.931
157	0.206152542	-1.579138889	1.441114572	6.266163126	7.002
158	0.248773971	-1.391210542	1.352647939	6.217710997	7.275
159	0.354234072	-1.037797363	1.168273772	6.116731447	7.185
160	0.895370795	-0.11051735	0.381244491	5.685684819	7.235
161	0.840583864	-0.173658553	0.477899343	5.738621538	7.109
162	0.559087166	-0.581449887	0.874469145	5.955818128	7.108
163	0.852996266	-0.159000109	0.457285105	5.727331364	7.104
164	0.207848417	-1.570946228	1.437371419	6.264113046	7.747
165	0.048728854	-3.021483932	1.993418524	6.568653468	7.154
166	0.33042411	-1.107378267	1.206802894	6.137833392	7.102
167	0.206182981	-1.578991249	1.441047203	6.266126229	7.252
168	0.2940204	-1.224106127	1.268813764	6.171796011	7.243
169	0.848040983	-0.164826316	0.465587831	5.731878669	7.152
170	0.28184934	-1.266382605	1.290538049	6.183694145	7.123
171	0.360963844	-1.018977481	1.157632307	6.110903242	7.25
172	0.844973998	-0.168449423	0.470677144	5.734666025	7.323
173	0.74080728	-0.300014768	0.628144645	5.820909113	7.15
174	0.031744277	-3.45004282	2.13010292	6.643513895	7.14
175	0.37647187	-0.97691195	1.133485728	6.097678447	7.198
176	0.144431153	-1.934952335	1.595230633	6.35057067	7.236
177	0.266879196	-1.320959173	1.318053512	6.198764039	7.125
178	0.334989146	-1.093657149	1.199303064	6.133725823	7.307
179	0.436756379	-0.828379725	1.043765831	6.048539921	7.178
180	0.448169723	-0.802583273	1.027385418	6.039568562	7.753
181	0.582584699	-0.540280698	0.842942733	5.938551485	7.306
182	0.983346833	-0.01679339	0.148613248	5.558275439	7.053
183	0.746214612	-0.292742037	0.620484433	5.816713705	6.99
184	0.517822335	-0.658123078	0.930340453	5.986418182	6.979
185	0.275205332	-1.2902378	1.302636448	6.190320296	6.978
186	0.800361409	-0.222691892	0.541178517	5.773278793	7.219
187	0.997373976	-0.002629478	0.058806198	5.509089179	7.208
188	0.022586369	-3.790408693	2.232705102	6.699707897	7.13

189	0.24064928	-1.424414675	1.368694635	6.226499583	7.327
190	0.206681581	-1.576575925	1.439944623	6.265522359	7.157
191	0.177033293	-1.731417469	1.50900001	6.303343177	7.025
192	0.735926273	-0.306625338	0.635027255	5.824678637	7.569
193	0.317597114	-1.146971636	1.228187532	6.149545505	7.368
194	0.665733672	-0.40686558	0.731499141	5.877515148	7.309
195	0.379863093	-0.967944372	1.12827131	6.094822572	7.266
196	0.707742947	-0.34567432	0.674251473	5.846161277	7.373
197	0.332025827	-1.10254252	1.204165052	6.136388677	7.174
198	0.127753739	-2.057650782	1.645031354	6.377845936	7.033
199	0.782459909	-0.245312592	0.567999908	5.787968552	7.303
200	0.538568218	-0.618841109	0.902148275	5.97097766	7.283
201	0.552385918	-0.59350835	0.883490251	5.960758881	7.233
202	0.422222123	-0.862223746	1.064874273	6.060100764	7.172
203	0.421272095	-0.864476348	1.066264384	6.060862112	7.092
204	0.996317794	-0.003689002	0.06965348	5.515030107	7.144
205	0.760161093	-0.274224904	0.600539795	5.805790263	7.223
206	0.774622736	-0.255379161	0.579536873	5.794287211	7.187
207	0.066380535	-2.712351411	1.888692793	6.511296424	7.143
208	0.743859505	-0.2959031	0.62382547	5.818543552	7.09
209	0.446560672	-0.806180004	1.029684928	6.040827977	7.157
210	0.727491302	-0.318153237	0.646854372	5.831156209	7.132
211	0.26581178	-1.324966816	1.320051411	6.199858265	7.045
212	0.608772271	-0.496311021	0.807914317	5.919366836	7.276
213	0.756187166	-0.279466359	0.606251901	5.808918716	7.18
214	0.081831475	-2.503093326	1.814374219	6.47059302	7.245
215	0.721585333	-0.326304636	0.655088488	5.835665937	7.252
216	0.490515719	-0.712297953	0.967874824	6.006975314	7.215
217	0.649220137	-0.431983425	0.753740562	5.889696511	7.166
218	0.340536203	-1.077233836	1.190264109	6.128775295	7.111
219	0.050542777	-2.984935229	1.981325372	6.562030192	7.206
220	0.817273357	-0.201781654	0.515144638	5.759020345	7.009
221	0.072842909	-2.619450091	1.856065974	6.493427101	7.095
222	0.356906442	-1.030281598	1.164035745	6.11441033	7.663
223	0.745951046	-0.293095304	0.620858705	5.81691869	7.362
224	0.979655981	-0.020553809	0.164412376	5.566928434	7.042
225	0.531976263	-0.631156409	0.911080693	5.97586984	7.024
226	0.66451568	-0.408696805	0.733143462	5.878415723	7.147
227	0.024206663	-3.72112737	2.21220624	6.688480912	7.236

228	0.864219911	-0.145928016	0.438084295	5.716815307	7.06
229	0.897608246	-0.108021558	0.376915123	5.683313675	6.951
230	0.65362264	-0.425225097	0.747821229	5.886454562	7.039
231	0.177643809	-1.727974807	1.507499054	6.302521122	7.113
232	0.69704468	-0.360905766	0.688946115	5.854209359	7.056
233	0.889222105	-0.117408238	0.392950305	5.692095955	7.206
234	0.65001181	-0.430764748	0.752676614	5.889113799	7.141
235	0.166210502	-1.794500209	1.536243654	6.318264199	7.411
236	0.627412835	-0.466150527	0.782981381	5.905711362	7.294
237	0.415963235	-0.8771584	1.074057071	6.065130074	7.666
238	0.903987042	-0.100940253	0.364351482	5.676432718	7.137
239	0.041488087	-3.182348959	2.045795624	6.597339786	7.207
240	0.055559874	-2.890294028	1.949662138	6.544688613	7.218
241	0.801724309	-0.220990484	0.5391072	5.772144357	7.442
242	0.521890189	-0.65029808	0.9247931	5.983379963	7.348
243	0.965941985	-0.034651504	0.213476163	5.59380009	7.345
244	0.35272212	-1.042074726	1.170678862	6.118048686	7.15
245	0.163455993	-1.811211478	1.543380206	6.322172804	7.201
246	0.568625662	-0.564532949	0.861654167	5.948799516	6.946
247	0.339871918	-1.079186445	1.191342366	6.129365843	7.22
248	0.789690929	-0.236113639	0.557248467	5.782080115	7.164
249	0.487953317	-0.71753554	0.971426739	6.008920656	7.306
250	0.207876411	-1.570811554	1.437309806	6.264079301	7.42
251	0.355547505	-1.03409641	1.166188784	6.115589524	7.166
252	0.222382592	-1.503355995	1.406109887	6.246991474	7.231
253	0.05269169	-2.943297527	1.967457809	6.554435091	7.119
254	0.352838111	-1.041745936	1.170494164	6.11794753	7.251
255	0.794075344	-0.23057693	0.550676155	5.778480537	7.359
256	0.387497995	-0.948044604	1.11661313	6.088437525	7.437
257	0.13722394	-1.986141089	1.616193639	6.36205186	7.158
258	0.054274523	-2.913700345	1.957540643	6.549003577	7.345
259	0.112141892	-2.187990317	1.696332735	6.405943095	7.099
260	0.184177492	-1.691855357	1.491660401	6.293846479	7.027
261	0.267856826	-1.317302673	1.31622802	6.197764239	7.291
262	0.514209926	-0.665123681	0.935275484	5.989121041	7.232
263	0.896182476	-0.109611231	0.379678384	5.684827081	7.14
264	0.142765951	-1.946548696	1.60000368	6.353184811	7.373
265	0.770755109	-0.260384584	0.585188765	5.797382685	7.143
266	0.498242475	-0.696668422	0.957197175	6.001127291	7.05

267	0.559129979	-0.581373312	0.874411561	5.95578659	7.196
268	0.20776062	-1.571368727	1.437564694	6.2642189	6.973
269	0.26104285	-1.343070707	1.329039179	6.204780759	7.103
270	0.935069247	-0.067134691	0.297140495	5.639622055	7.195
271	0.299163868	-1.206763803	1.259793846	6.166855909	7.332
272	0.755114721	-0.280885594	0.607789339	5.809760752	7.008
273	0.983283795	-0.016857498	0.148896642	5.55843065	7.13
274	0.280056463	-1.272764042	1.293785542	6.185472759	7.5
275	0.247358756	-1.396915541	1.355418533	6.219228419	7.608
276	0.228493628	-1.476246955	1.393374481	6.240016443	7.117
277	0.986441979	-0.01365077	0.133988315	5.550265536	7.21
278	0.358178612	-1.026723502	1.162023997	6.113308519	7.118
279	0.089193965	-2.416941898	1.782877279	6.453342518	7.08
280	0.84385127	-0.16977902	0.472531056	5.735681391	7.333
281	0.492483696	-0.708293924	0.96515064	6.00548331	7.12
282	0.733732651	-0.309610553	0.638110987	5.826367561	7.044
283	0.900762526	-0.104513623	0.370744568	5.679934135	7.499
284	0.401393564	-0.912812877	1.095668622	6.076966465	7.023
285	0.665986226	-0.406486291	0.731158102	5.877328365	7.275
286	0.856365008	-0.155058582	0.451581612	5.724207628	7.099
287	0.129268218	-2.045865821	1.640313724	6.375262146	7.16
288	0.145302978	-1.928934211	1.592747943	6.34921093	7.208
289	0.43520067	-0.831948043	1.046011472	6.049769831	7.09
290	0.136323108	-1.992727416	1.618871186	6.363518321	7.181
291	0.322315595	-1.132224104	1.220266092	6.145207026	7.342
292	0.351691338	-1.045001368	1.172321621	6.118948406	7.205
293	0.816551428	-0.202665383	0.516271477	5.759637502	7.176
294	0.730863654	-0.313528357	0.642135615	5.828571802	7.154
295	0.480306514	-0.733330808	0.982060651	6.014744723	7.031
296	0.176342682	-1.735326119	1.510702323	6.304275514	7.28
297	0.785346406	-0.241630377	0.563720867	5.785624972	7.166
298	0.727501886	-0.318138687	0.646839582	5.831148108	7.152
299	0.630558824	-0.46114883	0.77876944	5.903404531	7.138
300	0.557913249	-0.583551797	0.876048299	5.956683012	7.214
301	0.299604033	-1.205293565	1.259026189	6.166435473	6.96
302	0.90661916	-0.098032807	0.359065818	5.673537822	7.14
303	0.934143407	-0.068125312	0.299324728	5.640818333	7.296
304	0.609540159	-0.495050443	0.806887657	5.918804546	7.193
305	0.725105139	-0.321438616	0.650185635	5.832980702	7.163

306	0.777544289	-0.251614673	0.575249602	5.791939124	7.294
307	0.183332621	-1.696453177	1.493685908	6.294955825	7.275
308	0.401387694	-0.9128275	1.095677397	6.076971271	7.084
309	0.429623001	-0.844847196	1.054089358	6.054193994	7.143
310	0.106824777	-2.23656538	1.715059314	6.416199421	7.039
311	0.553054181	-0.592299306	0.882589908	5.960265774	7.333
312	0.655081342	-0.422995865	0.745858436	5.885379564	7.522
313	0.077141145	-2.562118482	1.835641847	6.482241048	7.109
314	0.845201348	-0.168180398	0.470301142	5.734460093	7.076
315	0.278707012	-1.277594184	1.296238177	6.186816038	7.474
316	0.473720383	-0.747138041	0.991262712	6.019784583	7.058
317	0.974653067	-0.0256737	0.183752211	5.577520633	7.064
318	0.417394224	-0.873724123	1.071952418	6.063977381	7.465
319	0.211922879	-1.55153285	1.428462464	6.259233716	7.372
320	0.755726098	-0.280076273	0.60691309	5.809280841	7.153
321	0.845846012	-0.167417955	0.46923388	5.733875566	7.213
322	0.275780154	-1.288151275	1.301582735	6.189743189	7.217
323	0.781136474	-0.247005402	0.569956316	5.789040053	7.059
324	0.374629993	-0.981816425	1.136327434	6.099234815	7.253
325	0.349084158	-1.052442245	1.176487944	6.121230252	7.358
326	0.856112142	-0.155353904	0.452011445	5.724443042	7.7
327	0.713231724	-0.337948913	0.666674544	5.842011483	7.244
328	0.454832067	-0.787827013	1.01789687	6.034371797	7.072
329	0.944396574	-0.057209102	0.274296906	5.627110892	7.253
330	0.033381452	-3.399754864	2.114521703	6.634980247	7.132
331	0.50701115	-0.679222283	0.945136004	5.994521531	7.18
332	0.744565471	-0.294954492	0.622824735	5.817995461	7.038
333	0.899838244	-0.10554026	0.37256103	5.68092899	7.234
334	0.981547414	-0.018624958	0.156507805	5.562599194	7.194
335	0.05763394	-2.853643655	1.937261355	6.537896851	7.242
336	0.136892343	-1.988560483	1.617177713	6.362590826	7.128
337	0.331493463	-1.104147188	1.205041019	6.136868434	7.438
338	0.576346714	-0.551045866	0.851299189	5.943128217	7.185
339	0.115049338	-2.162394213	1.68638131	6.400492818	6.999
340	0.850396012	-0.162053142	0.461654499	5.729724429	6.978
341	0.168609827	-1.780167949	1.530096543	6.314897499	7.022
342	0.605457579	-0.501770778	0.812345966	5.921793997	7.128
343	0.807720407	-0.213539312	0.529940687	5.767123967	7.044
344	0.99299067	-0.007034011	0.096181126	5.529558985	7.074

345	0.247119771	-1.397882157	1.355887403	6.219485214	7.208
346	0.359794216	-1.022223032	1.159474432	6.111912152	7.192
347	0.057739574	-2.851812476	1.936639687	6.53755637	7.423
348	0.130621918	-2.035448247	1.636132146	6.372971944	7.208
349	0.018790624	-3.974397266	2.286251392	6.729034566	7.357
350	0.281440494	-1.267834244	1.291277501	6.184099135	7.16
351	0.330505095	-1.107133204	1.206669354	6.137760253	7.287
352	0.273191078	-1.297583807	1.306339485	6.192348405	7.023
353	0.705742424	-0.348504947	0.67700647	5.847670156	7.186
354	0.849904427	-0.162631375	0.462477397	5.730175121	7.28
355	0.993748288	-0.006271336	0.090817257	5.526621258	7.093
356	0.962837313	-0.037870819	0.223172507	5.599110663	7.099
357	0.506898338	-0.679444813	0.945290817	5.99460632	7.29
358	0.528998213	-0.636770226	0.915123524	5.978084051	6.992
359	0.19917164	-1.613588312	1.456748954	6.274725892	7.089
360	0.409160259	-0.893648368	1.084105826	6.070633659	7.204
361	0.915284032	-0.088520845	0.341201648	5.663753827	7.269
362	0.183343988	-1.696391174	1.493658612	6.294940875	7.14
363	0.649659758	-0.431306503	0.753149771	5.889372942	7.03
364	0.842378705	-0.171525597	0.474955384	5.737009167	6.995
365	0.376444376	-0.976984984	1.133528097	6.097701652	7.198
366	0.711470594	-0.340421193	0.669108643	5.84334461	7.077
367	0.30386338	-1.191177086	1.251631574	6.16238553	7.416
368	0.329658687	-1.109697441	1.208065933	6.138525143	7.462
369	0.370167371	-0.993800022	1.143241145	6.103021373	6.972
370	0.488361781	-0.716698793	0.970860164	6.008610349	7.296
371	0.657610411	-0.419142604	0.742453483	5.883514711	7.139
372	0.941000477	-0.060811633	0.282801479	5.631768745	7.808
373	0.817621347	-0.201355951	0.514600946	5.758722572	7.211
374	0.525503889	-0.643397689	0.91987347	5.98068554	7.151
375	0.501515956	-0.690119856	0.952687807	5.998657564	7.19
376	0.733822352	-0.309488307	0.637984999	5.826298559	7.029
377	0.178714569	-1.721965331	1.504875414	6.301084185	7.117
378	0.412690864	-0.88505648	1.078881729	6.067772482	7.221
379	0.118349823	-2.134110443	1.67531621	6.394432593	7.307
380	0.732259624	-0.31162015	0.64017854	5.827499935	7.205
381	0.190888465	-1.656065972	1.475798831	6.285159284	7.171
382	0.511111194	-0.671168111	0.939515614	5.99144331	7.086
383	0.561756642	-0.576686544	0.870879874	5.953852327	7.167

384	0.641242803	-0.444347106	0.764450771	5.895562366	7.131
385	0.732107652	-0.31182771	0.640391705	5.827616683	7.219
386	0.401311346	-0.91301773	1.095791559	6.077033796	7.181
387	0.73083569	-0.313566618	0.642174796	5.82859326	7.232
388	0.094211751	-2.362210365	1.7625751	6.442223255	7.31
389	0.281776738	-1.266640229	1.290669311	6.183766036	7.307
390	0.420071772	-0.867329698	1.068022627	6.061825081	7.209
391	0.503958142	-0.685262065	0.949328875	5.996817917	7.065
392	0.588303173	-0.530512863	0.83528812	5.934359144	7.305
393	0.614980171	-0.486165254	0.799613842	5.914820764	7.123
394	0.958289729	-0.042605116	0.236711425	5.606525768	7.329
395	0.970385553	-0.030061809	0.198836405	5.585782068	7.065
396	0.514711716	-0.664148309	0.934589464	5.988745316	7.32
397	0.372421547	-0.987728875	1.139743752	6.101105893	7.188
398	0.773090341	-0.257359367	0.581779394	5.795515413	7.217
399	0.67615179	-0.391337686	0.717404641	5.869795757	7.148
400	0.594609562	-0.519850287	0.826851444	5.929738477	7.323
401	0.426467429	-0.852219283	1.05867833	6.05670732	7.369
402	0.559383	-0.580920889	0.874071262	5.955600212	7.003
403	0.154633974	-1.866694415	1.566841115	6.335022067	6.959
404	0.613736293	-0.488189934	0.801277145	5.915731735	7.075
405	0.167680724	-1.785693558	1.532469399	6.316197084	7.144
406	0.292527291	-1.229197313	1.271449591	6.173239623	7.253
407	0.324353537	-1.125921195	1.216864839	6.1433442	7.315
408	0.493315171	-0.706607017	0.964000631	6.004853464	7.212
409	0.939465132	-0.062444575	0.286573284	5.633834519	6.998
410	0.126544914	-2.067157985	1.648827339	6.379924952	7.317
411	0.667448073	-0.404293685	0.729183485	5.87624689	7.103
412	0.796814899	-0.227132874	0.546548043	5.776219619	7.072
413	0.490410848	-0.712511773	0.968020083	6.00705487	7.298
414	0.264722882	-1.329071728	1.322094672	6.200977335	7.542
415	0.186638683	-1.678580707	1.485796937	6.290635129	7.04
416	0.661720214	-0.41291245	0.736914894	5.880481292	7.347
417	0.651104821	-0.429084634	0.751207346	5.888309099	7.058
418	0.566303149	-0.568625745	0.864771971	5.9505071	6.964
419	0.9699803	-0.030479517	0.200213052	5.586536041	7.033
420	0.677154873	-0.389855269	0.716044559	5.869050856	7.057
421	0.596224727	-0.517137625	0.8246913	5.928555391	7.085
422	0.036186552	-3.319067724	2.089278823	6.62115502	7.162

423	0.925878712	-0.077012033	0.318249434	5.651183171	7.246
424	0.124840538	-2.080718052	1.654226458	6.382881985	7.259
425	0.224309802	-1.494727136	1.402068734	6.244778182	7.06
426	0.472759831	-0.749167776	0.992608271	6.02052153	7.146
427	0.790655736	-0.234892632	0.555805759	5.781289961	7.195
428	0.381306122	-0.964152756	1.126059318	6.09361109	7.449
429	0.901073634	-0.1041683	0.370131574	5.679598405	7.214
430	0.232269835	-1.459855503	1.385617248	6.235767898	7.114
431	0.427442316	-0.849935933	1.057259121	6.055930036	7.199
432	0.941707555	-0.060060504	0.281049509	5.630809212	7.277
433	0.601205679	-0.508818175	0.818030795	5.924907511	7.435
434	0.461450952	-0.773379511	1.008520374	6.029236401	7.098
435	0.60789052	-0.497760478	0.809093199	5.920012496	7.104
436	0.931404329	-0.071061801	0.305707751	5.644314239	7.134
437	0.313140784	-1.1611024	1.235730046	6.153676451	7.091
438	0.284390197	-1.25740805	1.285957049	6.181185186	7.341
439	0.088627204	-2.423316428	1.785226843	6.454629347	7.657
440	0.065084777	-2.732064603	1.895543815	6.515048647	7.278
441	0.134558598	-2.005755504	1.624154506	6.366411933	7.17
442	0.691680574	-0.368631028	0.696280591	5.858226364	7.124
443	0.108418203	-2.221759275	1.709373025	6.413085108	7.288
444	0.582922943	-0.539700274	0.842489825	5.938303433	7.034
445	0.018183146	-4.007260133	2.29568403	6.73420071	7.066
446	0.974121842	-0.026218889	0.18569298	5.578583569	7.278
447	0.517005391	-0.659701978	0.931455772	5.98702903	7.035
448	0.090714675	-2.400036137	1.776630999	6.449921505	7.275
449	0.137728661	-1.982469751	1.614699199	6.361233373	7.115
450	0.203550967	-1.591838855	1.446897931	6.269330604	7.422
451	0.65378763	-0.424972706	0.747599262	5.886332994	6.98
452	0.818041545	-0.200842155	0.513943978	5.758362758	7.386
453	0.065678506	-2.722983568	1.892390919	6.513321844	7.343
454	0.493865909	-0.705491238	0.96323922	6.004436448	7.215
455	0.599971608	-0.510872945	0.819680865	5.925811235	7.248
456	0.732879553	-0.310773911	0.63930871	5.827023539	7.073
457	0.807718617	-0.213541527	0.529943436	5.767125472	7.08
458	0.244640405	-1.407965882	1.360769012	6.222158813	7.407
459	0.692997218	-0.366729294	0.694482244	5.857241431	6.996
460	0.620969597	-0.476473157	0.791603243	5.910433453	7.248
461	0.964876696	-0.035754962	0.216848541	5.595647102	7.022

462	0.089894471	-2.409118846	1.77998957	6.451760955	7.355
463	0.448244607	-0.802416198	1.027278476	6.039509991	7.198
464	0.737231377	-0.304853492	0.633189832	5.823672302	6.944
465	0.328207523	-1.11410918	1.210464958	6.139839061	7.352
466	0.575135348	-0.553149877	0.852922862	5.944017483	7.254
467	0.118047756	-2.13666021	1.676318998	6.394981808	7.135
468	0.111687539	-2.192050141	1.697905782	6.406804634	7.095
469	0.643469759	-0.440880248	0.761462756	5.893925865	7.075
470	0.063698062	-2.753601142	1.903000322	6.519132488	7.088
471	0.309522327	-1.172725049	1.241899482	6.157055378	7.186
472	0.72361783	-0.323491885	0.652258941	5.834116227	7.027
473	0.784240024	-0.243040153	0.56536297	5.786524332	7.214
474	0.305123661	-1.187038139	1.249455179	6.161193544	7.123
475	0.293423236	-1.22613922	1.269867	6.172372856	7.358
476	0.104881965	-2.254919707	1.722082233	6.420045791	7.351
477	0.20902869	-1.565283763	1.434778583	6.26269298	7.41
478	0.24629429	-1.401228158	1.357509174	6.220373438	6.955
479	0.962924287	-0.037780492	0.222906202	5.598964811	7.175
480	0.759508999	-0.275083108	0.601478775	5.806304531	7.053
481	0.796956255	-0.226955489	0.546334581	5.776102708	7.119
482	0.142111061	-1.951146409	1.601892156	6.354219107	7.545
483	0.48221943	-0.72935602	0.97939556	6.013285085	7.213
484	0.756748945	-0.278723725	0.60544586	5.808477257	7.128
485	0.337140067	-1.087256805	1.19578861	6.131800998	7.046
486	0.048479591	-3.026612382	1.99510955	6.569579623	7.135
487	0.478115378	-0.737903199	0.985117517	6.016418933	7.017
488	0.776728319	-0.252664644	0.576448591	5.792595796	7.424
489	0.579829652	-0.545020922	0.846632493	5.940572323	6.919
490	0.739907048	-0.301230711	0.629416276	5.82160557	7.329
491	0.841566444	-0.17249031	0.476289159	5.737739659	7.449
492	0.082456852	-2.495480129	1.811612894	6.469080675	7.803
493	0.722492027	-0.325048895	0.653826761	5.834974904	7.143
494	0.741808108	-0.298664684	0.626729707	5.820134168	7.455
495	0.372096926	-0.988600905	1.14024676	6.101381384	7.107
496	0.3663392	-1.004195599	1.149204987	6.106287699	7.091
497	0.79990375	-0.22326387	0.541873072	5.773659193	7.129
498	0.645693644	-0.437430123	0.758477477	5.892290863	7.129
499	0.78228785	-0.245532511	0.568254453	5.788107963	7.57
500	0.052034998	-2.955838739	1.971644962	6.556728346	7.304

501	0.780572672	-0.247727434	0.57078874	5.789495962	6.919
502	0.425675056	-0.854079002	1.059832828	6.057339625	7.607
503	0.770508745	-0.260704274	0.58554789	5.797579374	7.818
504	0.346198286	-1.060743587	1.181118719	6.123766473	7.41
505	0.645441187	-0.437821186	0.75881644	5.89247651	7.029
506	0.093309232	-2.371836222	1.76616264	6.444188108	6.931
507	0.378671632	-0.971085856	1.13010074	6.095824529	7.515
508	0.139710473	-1.96818305	1.608870501	6.358041064	7.377
509	0.321917911	-1.133458701	1.22093121	6.145571303	6.93
510	0.861023896	-0.149633022	0.443610756	5.719842085	7.254
511	0.007751958	-4.859809865	2.528121746	6.861504098	7.135
512	0.295880972	-1.217798026	1.265540296	6.170003172	7.365
513	0.030279146	-3.497296044	2.144640699	6.651476065	7.173
514	0.455158139	-0.787110361	1.017433797	6.034118177	7.147
515	0.612604301	-0.490036064	0.802790763	5.916560726	7.297
516	0.554289074	-0.590068935	0.880926594	5.959354796	7.176
517	0.508618395	-0.676057259	0.942931372	5.99331408	7.411
518	0.593301033	-0.522053364	0.828601652	5.930697044	7.142
519	0.100023551	-2.302349615	1.740099096	6.429913414	7.075
520	0.305693882	-1.185171064	1.248472167	6.16065516	7.086
521	0.534728824	-0.625995532	0.907348158	5.973825575	7.0642
522	0.168651871	-1.779918624	1.529989389	6.314838812	7.103
523	0.542874891	-0.610876388	0.896323978	5.967787762	7.179
524	0.20945326	-1.563254667	1.433848321	6.262183486	6.995
525	0.590369483	-0.527006696	0.832523329	5.9328449	7.646
526	0.794336224	-0.230248452	0.550283771	5.778265633	7.018
527	0.254668209	-1.367793724	1.341215761	6.211449729	7.15
528	0.687459858	-0.37475184	0.702037372	5.861379286	7.392
529	0.666312761	-0.405996107	0.730717115	5.877086842	7.854
530	0.168889607	-1.778509992	1.52938385	6.314507166	7.018
531	0.390401659	-0.940579176	1.112208026	6.086024901	7.117
532	0.847959878	-0.164921958	0.465722892	5.73195264	6.931
533	0.897977565	-0.107610195	0.376196762	5.682920237	7.002
534	0.795924236	-0.228251278	0.547891994	5.776955685	7.275
535	0.033088386	-3.408572922	2.11726218	6.636481174	7.185
536	0.477706584	-0.738758577	0.985688326	6.016731558	7.235
537	0.739176603	-0.302218411	0.630447322	5.822170262	7.109
538	0.998648967	-0.001351946	0.042166547	5.499975839	7.108
539	0.673726265	-0.394931385	0.720691117	5.871595721	7.104

540	0.363211157	-1.012770913	1.154101366	6.108969388	7.747
541	0.703518498	-0.351661108	0.680065142	5.849345355	7.154
542	0.006260142	-5.073552333	2.583119021	6.891625455	7.102
543	0.66706691	-0.404864923	0.729698446	5.876528928	7.252
544	0.085848318	-2.455173288	1.796922805	6.461035087	7.243
545	0.524617216	-0.645086394	0.92107986	5.981346265	7.152
546	0.725545315	-0.320831749	0.649571579	5.832644391	7.123
547	0.279756212	-1.273836728	1.294330629	6.185771297	7.25
548	0.954757692	-0.046297697	0.246756179	5.612027161	7.323
549	0.679974868	-0.385699441	0.712217843	5.866955009	7.15
550	0.556855427	-0.58544963	0.877471689	5.957462586	7.14
551	0.49555541	-0.702076105	0.960904974	6.003158009	7.198
552	0.404856478	-0.904222649	1.090500919	6.074136175	7.236
553	0.312175094	-1.164191049	1.237372538	6.154576024	7.125
554	0.970098165	-0.030358011	0.199813582	5.586317256	7.307
555	0.134227203	-2.008221372	1.625152564	6.366958558	7.178
556	0.451198242	-0.795848476	1.023065736	6.037202723	7.753
557	0.746715913	-0.292070471	0.619772312	5.816323685	7.306
558	0.713066513	-0.338180577	0.666903007	5.842136609	7.053
559	0.553742131	-0.591056169	0.881663217	5.959758236	6.99
560	0.934058139	-0.068216596	0.2995252	5.640928129	6.979
561	0.674364589	-0.393984381	0.719826528	5.871122196	6.978
562	0.581855677	-0.541532839	0.84391896	5.939086153	7.219
563	0.427160705	-0.850594979	1.057668944	6.056154491	7.208
564	0.888300431	-0.11844527	0.394681897	5.693044327	7.13
565	0.023052081	-3.769999229	2.226685986	6.696411298	7.327
566	0.411797774	-0.88722289	1.080201346	6.068495221	7.157
567	0.913985366	-0.089940719	0.343927199	5.665246579	7.025
568	0.295467878	-1.219195154	1.266266038	6.170400652	7.569
569	0.760797255	-0.273388376	0.599623117	5.805288209	7.368
570	0.023162632	-3.765214985	2.225272671	6.695637242	7.309
571	0.634027165	-0.455663478	0.774123864	5.900860204	7.266
572	0.196640352	-1.626378844	1.462511209	6.277881811	7.373
573	0.209878652	-1.561225763	1.432917543	6.26167371	7.174
574	0.678245392	-0.388246121	0.714565276	5.86824067	7.033
575	0.830565793	-0.185648133	0.494121371	5.747506151	7.303
576	0.464487502	-0.766820628	1.004234734	6.026889206	7.283
577	0.819106162	-0.19954158	0.512277225	5.757449897	7.233
578	0.310767706	-1.168709574	1.239771493	6.155889903	7.172

579	0.21214461	-1.550487114	1.427980989	6.258970018	7.092
580	0.33308921	-1.099344928	1.202417625	6.135431632	7.144
581	0.740683721	-0.300181572	0.628319241	5.821004737	7.223
582	0.98652082	-0.013570849	0.133595506	5.550050399	7.187
583	0.684207759	-0.379493667	0.706464936	5.86380421	7.143
584	0.758585278	-0.276300056	0.602807757	5.807032399	7.09
585	0.087509844	-2.436003989	1.789894126	6.457185562	7.157
586	0.386106301	-0.951642557	1.118729971	6.089596893	7.132
587	0.680740113	-0.384574671	0.711178607	5.866385832	7.045
588	0.497173005	-0.698817215	0.95867222	6.001935156	7.276
589	0.502993883	-0.68717727	0.950654565	5.997543981	7.18
590	0.775104693	-0.254757171	0.578830696	5.793900446	7.245
591	0.324193875	-1.126413564	1.217130879	6.143489907	7.252
592	0.227611394	-1.480115519	1.395198984	6.241015701	7.215
593	0.147315573	-1.915178241	1.587058534	6.346094908	7.166
594	0.725327958	-0.32113137	0.649874822	5.832810474	7.111
595	0.874622575	-0.133962829	0.419740137	5.706768429	7.206
596	0.561608144	-0.576950925	0.871079478	5.953961647	7.009
597	0.472837431	-0.749003647	0.992499533	6.020461976	7.095
598	0.249563102	-1.388043483	1.351107425	6.216867276	7.663
599	0.427501127	-0.849798355	1.057173548	6.055883169	7.362
600	0.696734947	-0.361350217	0.689370199	5.854441625	7.042
601	0.902889382	-0.102155233	0.366537704	5.677630085	7.024
602	0.466067126	-0.763425607	1.002009195	6.025670305	7.0763285
603	0.351882062	-1.04445921	1.172017475	6.118781829	7.183154
604	0.800173552	-0.222926635	0.541463674	5.77343497	7.1579394
605	0.282035854	-1.265721076	1.290200931	6.18350951	7.2190268
606	0.414934655	-0.879634228	1.075571795	6.065959671	7.3466828
607	0.494265	-0.704683468	0.96268762	6.004134343	7.1812245
608	0.017418506	-4.050222095	2.307957272	6.74092262	7.0310489
609	0.285653594	-1.252975414	1.283688409	6.179942679	7.1301809
610	0.362721498	-1.014119962	1.154869763	6.10939023	7.0236041
611	0.178603629	-1.722586292	1.505146727	6.30123278	7.2211127
612	0.057804436	-2.850689753	1.936258434	6.537347563	7.1453141
613	0.619891766	-0.478210388	0.79304503	5.911223103	7.0704773
614	0.319633954	-1.140578831	1.224760013	6.147668293	7.3598204
615	0.249049247	-1.390104624	1.3521102	6.217416485	7.1902079
616	0.026815369	-3.61878008	2.181571446	6.671702598	7.2542956
617	0.586697265	-0.533246324	0.837437261	5.935536203	7.2200293

618	0.094867725	-2.355271729	1.759984547	6.44080444	7.2084919
619	0.473777054	-0.747018418	0.991183354	6.01974112	7.1403207
620	0.89524093	-0.110662401	0.381494595	5.685821798	7.2828409
621	0.102669387	-2.276241287	1.730204724	6.424494383	7.0985607
622	0.834461369	-0.180968829	0.487854408	5.744073809	7.1114562
623	0.865536994	-0.144405163	0.435792453	5.715560093	6.9896039
624	0.350411165	-1.048648057	1.174365336	6.120067724	6.9136969
625	0.958569916	-0.042312776	0.235897917	5.606080219	7.173034
626	0.088903942	-2.420198799	1.784078115	6.454000202	7.1067024
627	0.256924597	-1.358972635	1.336883924	6.209077233	7.5900045
628	0.194569169	-1.636967556	1.467264402	6.280485079	7.2740019
629	0.109040301	-2.216037735	1.707170592	6.411878861	7.3206472
630	0.912492031	-0.091575927	0.347039579	5.666951193	6.9907594
631	0.564701454	-0.571458087	0.866923023	5.951685206	7.0995785
632	0.446659012	-0.805959813	1.029544301	6.040750957	7.0876503
633	0.824892174	-0.1925026	0.503160621	5.752456841	7.3512998
634	0.856890756	-0.154444841	0.450687018	5.723717669	7.0610712
635	0.778948092	-0.24981087	0.573183937	5.790807783	7.5452226
636	0.333083972	-1.099360652	1.202426225	6.135436341	7.5527037
637	0.079116879	-2.536829041	1.826560012	6.477267034	7.3376539
638	0.60534391	-0.501958536	0.812497937	5.921877231	7.0196236
639	0.601989819	-0.507514746	0.816982357	5.924333294	7.2247157
640	0.528060262	-0.638544869	0.916397836	5.978781976	7.284397
641	0.885486404	-0.121618176	0.399933319	5.695920469	7.0994889
642	0.535732977	-0.62411942	0.905987474	5.973080344	6.9818292
643	0.083535921	-2.482478548	1.806887433	6.466492596	6.9536596
644	0.943667753	-0.057981131	0.276141504	5.628121156	7.0772231
645	0.054646475	-2.906870565	1.955245037	6.547746301	7.1901858
646	0.825530554	-0.191729004	0.502148596	5.751902567	7.1536038
647	0.273439555	-1.296674688	1.305881778	6.192097724	7.1166274
648	0.527940817	-0.63877109	0.91656015	5.978870874	7.3346309
649	0.7747703	-0.255188681	0.579320702	5.794168817	6.9594563
650	0.641056148	-0.444638231	0.764701155	5.895699498	7.4826197
651	0.779541953	-0.249048771	0.572308962	5.79032857	7.0363355
652	0.138445116	-1.977281309	1.612584851	6.36007537	7.2673157
653	0.56484788	-0.571198823	0.866726344	5.951577488	7.0799096
654	0.146057033	-1.923758099	1.590609514	6.348039738	7.4773132
655	0.288312242	-1.243711214	1.278933962	6.177338724	6.9345056
656	0.067054477	-2.7022499	1.885172517	6.50936841	7.0812466

657	0.933789977	-0.06850373	0.300154912	5.641273015	7.0399176
658	0.283706241	-1.259815938	1.287187739	6.18185922	7.3252702
659	0.867340343	-0.142323827	0.43264048	5.713833794	6.9640877
660	0.813526833	-0.206376368	0.520976733	5.762214515	7.2338782
661	0.186815957	-1.677631334	1.485376709	6.290404975	7.1318428
662	0.671467287	-0.398289981	0.723749099	5.873270542	7.0484756
663	0.751242268	-0.286027086	0.613326777	5.812793542	7.0855836
664	0.48121852	-0.731433809	0.980789619	6.014048594	7.2378372
665	0.754258506	-0.282020123	0.609015568	5.810432343	7.2365437
666	0.23944087	-1.42944878	1.371111093	6.227823048	7.255734
667	0.28009068	-1.27264187	1.293723446	6.18543875	7.0531246
668	0.964830068	-0.035803288	0.216995038	5.595727336	7.1719084
669	0.188681589	-1.6676944	1.480971089	6.287992069	7.0877877
670	0.275487102	-1.28921447	1.302119764	6.190037314	7.098433
671	0.874192536	-0.134454635	0.420509909	5.707190024	7.1099932
672	0.225491571	-1.489472499	1.399602113	6.243427244	7.1225273
673	0.978009022	-0.022236385	0.171009577	5.570541643	7.3530355
674	0.266214471	-1.323453012	1.319297102	6.199445139	7.0486412
675	0.781936073	-0.24598229	0.568774694	5.788392893	7.0432716
676	0.071796008	-2.63392641	1.861187656	6.496232186	7.0208447
677	0.185951567	-1.68226903	1.487428402	6.291528663	7.3117951
678	0.259246094	-1.349977498	1.332452113	6.206649983	7.3328719
679	0.043558367	-3.133653473	2.030083166	6.588734259	7.1451189
680	0.689763116	-0.371407051	0.698897388	5.859659553	7.279635
681	0.426872814	-0.851269169	1.058088021	6.056384014	7.0090437
682	0.167633863	-1.785973065	1.53258933	6.316262769	7.4152729
683	0.819993049	-0.198459416	0.510886233	5.756688067	7.1985297
684	0.129822595	-2.041586414	1.638597276	6.374322067	6.9111648
685	0.322578228	-1.131409606	1.219827096	6.144966593	7.13666
686	0.497386048	-0.698388798	0.958378313	6.001774187	7.3250341
687	0.322767705	-1.130822394	1.219510504	6.144793199	7.2636481
688	0.090192003	-2.405814514	1.778768441	6.451092156	7.1649681
689	0.236423604	-1.442130149	1.377179576	6.231146685	7.4088811
690	0.530586429	-0.633772415	0.912966856	5.976902869	7.0763835
691	0.796158729	-0.227956705	0.547538334	5.77676199	6.9396111
692	0.737455331	-0.304549761	0.632874324	5.823499502	7.4020988
693	0.510816755	-0.671744353	0.939918846	5.991664155	7.0488636
694	0.456934892	-0.783214366	1.014912655	6.032737377	7.0309902
695	0.800544362	-0.222463331	0.540900724	5.773126649	7.0252325

696	0.57941961	-0.545728349	0.847181771	5.940873156	7.1391668
697	0.645306838	-0.438029357	0.758996816	5.892575299	7.1907459
698	0.131787658	-2.0265633	1.632557295	6.371014041	7.3542602
699	0.064665941	-2.738520637	1.897782136	6.516274549	7.1931263
700	0.515251891	-0.66309939	0.933851153	5.988340951	7.2937685
701	0.769494045	-0.262022065	0.587025919	5.798388873	7.0044376
702	0.053764315	-2.923145329	1.960710836	6.550739854	7.2134761
703	0.518721459	-0.656388228	0.929113429	5.985746156	7.5970692
704	0.385671726	-0.952768723	1.119391723	6.089959327	7.1128847
705	0.587050263	-0.532644835	0.836964823	5.935277454	7.2873767
706	0.339710669	-1.079660996	1.191604272	6.129509286	7.1013316
707	0.483120654	-0.727488856	0.978141123	6.012598044	7.1887759
708	0.37364966	-0.984436659	1.137842717	6.100064718	7.2049529
709	0.69676128	-0.361312423	0.689334147	5.854421879	7.1122429
710	0.015433119	-4.171239522	2.342183459	6.759667898	7.1855127
711	0.472867641	-0.748939759	0.992457204	6.020438792	7.264027
712	0.531996461	-0.631118443	0.91105329	5.975854832	7.2951414
713	0.926465683	-0.076378274	0.316937234	5.650464495	6.9382745
714	0.646116616	-0.436775271	0.757909526	5.891979804	7.1507713
715	0.538410596	-0.619133819	0.902361607	5.971094499	7.1083943
716	0.096014907	-2.343251817	1.755487844	6.438341649	7.4007894
717	0.886472559	-0.120505108	0.398098988	5.694915828	7.1239535
718	0.542412993	-0.611727588	0.896948233	5.968129658	7.1614702
719	0.550743405	-0.596486267	0.885703926	5.961971285	6.9474829
720	0.644783868	-0.438840106	0.759698906	5.892959825	7.088609
721	0.469908577	-0.755217121	0.996607747	6.022711995	7.1249237
722	0.236881204	-1.440196511	1.376255991	6.230640848	7.107769
723	0.784079507	-0.243244852	0.565601007	5.786654702	7.1355788
724	0.112487858	-2.184909991	1.695138238	6.405288883	7.0774954
725	0.006631322	-5.015951159	2.5684138	6.88357158	7.0862829
726	0.887787998	-0.119022305	0.395642123	5.693570232	7.1406717
727	0.654858867	-0.423335537	0.746157844	5.885543546	7.070386
728	0.179511575	-1.717515586	1.502929775	6.300018582	6.993193
729	0.363954219	-1.010727191	1.152936318	6.108331305	7.068066
730	0.722715448	-0.324739705	0.653515724	5.834804552	7.271456
731	0.1363833	-1.992285978	1.618691866	6.36342011	7.1215117
732	0.383545445	-0.958297165	1.122634661	6.091735446	6.9614057
733	0.623936287	-0.47170702	0.787634108	5.908259605	7.2029911
734	0.587804184	-0.531361406	0.835955865	5.93472486	7.0249532

735	0.836286866	-0.178783584	0.484899978	5.742455703	7.3170575
736	0.311921125	-1.165004926	1.237804981	6.154812868	7.1471726
737	0.583700178	-0.538367822	0.841449182	5.937733485	7.2087562
738	0.62888938	-0.463799904	0.781004745	5.904628782	7.2888749
739	0.435543438	-0.831160745	1.045516418	6.049498696	7.3551374
740	0.817910692	-0.201002126	0.514148616	5.758474836	6.9813674
741	0.823598778	-0.194071788	0.50520722	5.753577739	7.0800404
742	0.540299027	-0.61563254	0.899806505	5.9696951	7.1378959
743	0.358300235	-1.026384	1.16183186	6.113203288	7.1540354
744	0.603082722	-0.505700907	0.815521118	5.923532991	7.0685543
745	0.742427771	-0.297829691	0.625853003	5.819654008	7.1359652
746	0.805306366	-0.216532495	0.533641855	5.769151053	7.2133161
747	0.567506321	-0.566503391	0.863156613	5.949622388	7.144733
748	0.02539091	-3.673364027	2.197962758	6.680679925	7.0465296
749	0.718658166	-0.330369465	0.659156129	5.837893736	7.1692783
750	0.63875822	-0.448229269	0.767782928	5.897387349	6.9762309
751	0.461921414	-0.772360502	1.007855739	6.028872388	7.2518329
752	0.258758631	-1.351859578	1.333380613	6.207158511	7.1524585
753	0.876607571	-0.131695855	0.416173476	5.704815011	7.2444812
754	0.117035236	-2.145280224	1.67969473	6.396830657	7.4470075
755	0.815483974	-0.203973509	0.517934962	5.760548573	7.2039031
756	0.426045915	-0.853208156	1.05929237	6.057043622	7.123035
757	0.707153067	-0.346508134	0.675064177	5.846606386	7.1675367
758	0.183404187	-1.696062888	1.493514078	6.294861716	7.0339497
759	0.54786206	-0.601731739	0.889589821	5.964099543	7.2881177
760	0.978488835	-0.021745902	0.169113026	5.569502925	7.1953452
761	0.39570886	-0.927076541	1.104195927	6.081636769	7.2131566
762	0.24063481	-1.424474805	1.368723523	6.226515405	7.1579661
763	0.050244158	-2.990860995	1.983291085	6.563106789	7.125158
764	0.386371849	-0.950955035	1.118325779	6.089375522	7.128706
765	0.652092825	-0.427568357	0.749878883	5.887581515	6.9526617
766	0.108129109	-2.224429311	1.71039985	6.413647488	7.0477078
767	0.054807195	-2.90393379	1.954257108	6.547205224	7.0696702
768	0.965871069	-0.034724922	0.213702197	5.593923886	7.0713906
769	0.276696016	-1.28483579	1.299906627	6.188825205	7.1608447
770	0.609427612	-0.495235103	0.807038132	5.91888696	7.1533751
771	0.017898563	-4.023034828	2.300198105	6.736673016	7.000704
772	0.927607126	-0.075146991	0.314372207	5.64905966	7.0735242
773	0.911716841	-0.092425819	0.34864625	5.667831148	7.1132147

774	0.33085629	-1.106071168	1.206090456	6.137443198	7.0406462
775	0.371236792	-0.990915167	1.141580609	6.102111917	7.219216
776	0.00518476	-5.262031732	2.630662152	6.917664266	7.1262413
777	0.287479971	-1.246602088	1.280419472	6.178152321	7.0159888
778	0.474051326	-0.74643968	0.99079933	6.019530794	7.0599845
779	0.438110202	-0.825284797	1.041814188	6.047471029	7.1578948
780	0.757286834	-0.278013189	0.604673651	5.808054327	7.2240802
781	0.115555405	-2.158005167	1.684669003	6.399555007	7.2481372
782	0.835135955	-0.180160747	0.486763978	5.743476594	7.3084858
783	0.278754738	-1.27742296	1.296151313	6.186768464	7.1312903
784	0.263270244	-1.334574229	1.324828653	6.202474704	7.2461134
785	0.810566671	-0.210021682	0.52555771	5.764723462	7.2595348
786	0.751960813	-0.285071067	0.612300926	5.812231695	7.09806
787	0.766115138	-0.26642281	0.591935038	5.801077539	7.4559995
788	0.756983215	-0.278414199	0.60510959	5.808293086	7.229777
789	0.177606572	-1.728184446	1.507590497	6.302571204	7.1492991
790	0.59453736	-0.519971723	0.826948013	5.929791366	7.0924411
791	0.228678485	-1.475438259	1.39299278	6.23980739	6.9582223
792	0.7082714	-0.344927926	0.673523144	5.84576238	6.9249272
793	0.832802616	-0.182958621	0.490529108	5.745538711	7.301258
794	0.648331016	-0.433353886	0.75493523	5.890350817	7.3335228
795	0.487267438	-0.718942152	0.972378435	6.009441888	7.1663495
796	0.07105377	-2.644318366	1.864855629	6.498241091	7.1962541
797	0.864290587	-0.14584624	0.437961529	5.71674807	7.230216
798	0.624544337	-0.470732955	0.786820464	5.907813982	7.1734089
799	0.843378608	-0.170339303	0.473310106	5.736108067	6.9688339
800	0.814053326	-0.205729404	0.520159493	5.761766922	7.1223408
801	0.244391873	-1.408982306	1.361260099	6.222427776	7.0668869
802	0.94434634	-0.057262294	0.274424396	5.627180717	7.2904758
803	0.503349997	-0.686469532	0.950164889	5.997275792	7.4333423
804	0.873211778	-0.135577166	0.42226163	5.708149421	7.14361
805	0.735320255	-0.307449153	0.635879751	5.825145539	7.2257607
806	0.60552556	-0.501658503	0.812255076	5.921744218	7.1260864
807	0.205493228	-1.5823422	1.442575494	6.266963256	7.1095224
808	0.341940933	-1.073117267	1.18798768	6.127528521	7.0817215
809	0.003340459	-5.701647013	2.738347177	6.97664208	7.0173662
810	0.439475206	-0.822173978	1.039848833	6.046394627	7.2549139
811	0.132904067	-2.018127708	1.629155983	6.369151183	7.3466094
812	0.338323461	-1.083752854	1.193860195	6.130744828	7.1170325

813	0.089448828	-2.414088566	1.781824576	6.452765965	7.2812801
814	0.07303493	-2.616817461	1.855133037	6.492916143	7.7392372
815	0.016946776	-4.077677675	2.315766632	6.745199714	7.1719506
816	0.249230188	-1.389378359	1.351756947	6.217223012	7.1027537
817	0.938953876	-0.062988921	0.287819643	5.634517135	7.1163935
818	0.209173354	-1.564591926	1.43446147	6.262519301	7.0552687
819	0.960492584	-0.040309018	0.230244601	5.602983965	7.1333209
820	0.05167258	-2.962828004	1.973974625	6.558004274	7.5088728
821	0.494922441	-0.703354213	0.961779225	6.003636826	7.3487501
822	0.220032379	-1.513980564	1.411069794	6.249707956	7.2037597
823	0.966468308	-0.034106771	0.211791559	5.592877452	7.1971605
824	0.987906005	-0.012167722	0.126500717	5.546164667	7.1377586
825	0.966585432	-0.033985591	0.211414982	5.592671205	7.2140458
826	0.47077521	-0.75337456	0.995391254	6.022045737	7.259128
827	0.654289965	-0.424204654	0.74692339	5.885962827	7.1513216
828	0.198063069	-1.619169771	1.459266252	6.276104586	7.0943788
829	0.549039237	-0.599585369	0.888001826	5.963229817	7.1308627
830	0.483722112	-0.726244686	0.977304344	6.01213975	7.0397856
831	0.114672811	-2.165672329	1.687659074	6.401192634	6.9862707
832	0.664548165	-0.408647921	0.733099616	5.878391709	7.0352527
833	0.931926362	-0.070501478	0.304500112	5.64365283	7.1554671
834	0.778799421	-0.250001748	0.573402878	5.790927694	7.0053052
835	0.168265352	-1.782213071	1.530975206	6.315378733	7.3733075
836	0.024268935	-3.718558147	2.211442408	6.68806257	7.1348112
837	0.138334399	-1.978081344	1.612911055	6.360254028	7.3417654
838	0.663886711	-0.409643759	0.733992321	5.878880633	7.2417147
839	0.51417079	-0.665199793	0.935328995	5.989150348	7.1222729
840	0.864401984	-0.145717359	0.437767979	5.716642064	7.3025044
841	0.10044211	-2.298173735	1.73852033	6.429048742	7.2823867
842	0.121719441	-2.106036549	1.664260467	6.388377494	7.091516
843	0.649935449	-0.43088223	0.752779246	5.889170009	7.2200707
844	0.17023971	-1.770547777	1.525956559	6.312630079	7.6041935
845	0.68719469	-0.375137635	0.702398642	5.861577149	7.3449157
846	0.165143501	-1.800940477	1.538997891	6.319772662	7.4952503
847	0.61169885	-0.491515193	0.804001425	5.917223791	7.1937123
848	0.993912607	-0.006105997	0.089612096	5.525961205	7.1540448
849	0.399930063	-0.91646559	1.097858647	6.078165916	7.2705717
850	0.6806432	-0.384717046	0.711310238	5.866457924	7.09114
851	0.696315459	-0.361952476	0.689944443	5.854756131	7.4739401

852	0.667009349	-0.404951216	0.729776206	5.876571516	7.3187017
853	0.205068972	-1.58440891	1.443517267	6.267479054	7.2063544
854	0.952341102	-0.048832007	0.253419853	5.615676776	7.3531195
855	0.207753719	-1.571401943	1.437579887	6.264227221	7.1720289
856	0.985429001	-0.014678199	0.138939178	5.552977065	7.0087238
857	0.824178077	-0.19336866	0.504291199	5.753076046	7.0919379
858	0.974602848	-0.025725227	0.183936513	5.577621573	7.5093799
859	0.643884964	-0.440235197	0.760905504	5.893620665	7.2004549
860	0.396128417	-0.926016834	1.103564664	6.081291034	7.0464465
861	0.069343135	-2.668688125	1.873429078	6.502936667	7.1268376
862	0.625829024	-0.46867807	0.785101237	5.906872382	7.4318093
863	0.38929083	-0.94342858	1.113891422	6.086946877	6.9779292
864	0.719345603	-0.329413366	0.65820163	5.837370968	7.0898519
865	0.604107205	-0.504003605	0.814151386	5.922782805	7.0055004
866	0.942181656	-0.059557182	0.279869399	5.63016288	7.08302
867	0.214978356	-1.537217927	1.421857475	6.255616242	7.0272827
868	0.525031055	-0.644297866	0.920516742	5.981037852	7.1536193
869	0.820044798	-0.198396309	0.510804999	5.756643577	7.4813926
870	0.991692768	-0.008341929	0.104742175	5.534247771	6.9446851
871	0.095748112	-2.346034374	1.756529835	6.438912335	7.0795694
872	0.160934851	-1.82675565	1.549988853	6.325792282	7.0848669
873	0.198103003	-1.618968166	1.459175401	6.276054829	7.193302
874	0.439715943	-0.821626346	1.039502465	6.046204925	6.9499399
875	0.868793372	-0.140649959	0.430088817	5.712436278	7.4663488
876	0.750449683	-0.287082675	0.614457482	5.813412816	7.0657849
877	0.342985181	-1.070068036	1.186298663	6.126603467	7.259538
878	0.140523665	-1.962379373	1.606496672	6.356740946	7.1191035
879	0.612395602	-0.490376796	0.803069813	5.916713558	7.2026289
880	0.839871917	-0.174505878	0.479063822	5.73925931	7.5573733
881	0.389570543	-0.942710317	1.11346732	6.086714602	7.2974006
882	0.858303281	-0.152797768	0.448277406	5.722397953	6.9735338
883	0.87835092	-0.129709084	0.413022339	5.70308917	7.1778742
884	0.392688803	-0.934737831	1.108749036	6.084130453	7.0027345
885	0.605854318	-0.501115721	0.811815537	5.921503488	7.2245524
886	0.602839702	-0.506103952	0.81584604	5.923710947	7.1629991
887	0.612871837	-0.489599439	0.802433038	5.916364804	7.0472082
888	0.89310197	-0.113054516	0.385595807	5.688067983	7.3873745
889	0.662802963	-0.411277523	0.735454539	5.879681472	7.3241281
890	0.303383983	-1.192756006	1.252460827	6.162839701	7.1816054

891	0.063457032	-2.75739226	1.904309883	6.519849719	7.1980815
892	0.423170074	-0.859981114	1.06348851	6.059341798	7.5125981
893	0.559804754	-0.58016721	0.873504074	5.95528957	7.4632167
894	0.136473944	-1.991621571	1.618421935	6.363272271	7.2748598
895	0.04634108	-3.071726449	2.009923897	6.577693266	7.415625
896	0.166653024	-1.791841326	1.535105118	6.317640636	7.1567384
897	0.418849915	-0.870242622	1.069814599	6.062806523	7.1676713
898	0.343616282	-1.068229704	1.185279219	6.126045129	7.028305
899	0.225619155	-1.488906857	1.399336332	6.243281678	7.1139264
900	0.288009824	-1.244760687	1.279473446	6.177634193	7.1600747
901	0.365366341	-1.006854755	1.150725555	6.107120496	7.4422231
902	0.315618408	-1.153221365	1.231529119	6.151375652	7.2607307
903	0.217199123	-1.526940731	1.417096532	6.253008729	6.9714808
904	0.033500107	-3.396206657	2.113417988	6.634375755	7.0551394
905	0.444976319	-0.809734213	1.031952221	6.042069746	7.3101413
906	0.072146829	-2.629051948	1.859464661	6.495288521	7.0030286
907	0.14797559	-1.910707954	1.585205246	6.345079884	7.0429016
908	0.967140798	-0.033411191	0.209620775	5.591688539	7.2548264
909	0.39205368	-0.93635651	1.109708627	6.08465601	7.2590304
910	0.954722248	-0.04633482	0.24685509	5.612081334	7.0077818
911	0.856440596	-0.15497032	0.45145307	5.724137227	7.169198
912	0.914453011	-0.089429194	0.342947787	5.664710167	7.495604
913	0.504333123	-0.684518271	0.948813527	5.996535667	7.3796809
914	0.083519218	-2.482678522	1.806960207	6.466532453	7.3723019
915	0.439230735	-0.822730412	1.04020065	6.046587313	7.076116
916	0.014744247	-4.216902291	2.354968564	6.766670149	7.1159415
917	0.670005885	-0.400468783	0.725725994	5.874353264	7.0358081
918	0.895137027	-0.110778469	0.381694608	5.685931342	7.4613082
919	0.916211719	-0.087507806	0.339243663	5.662681462	7.00542
920	0.138920369	-1.973854398	1.611186825	6.359309688	7.0072188
921	0.298837841	-1.207854192	1.26036287	6.167167557	7.2161892
922	0.783210301	-0.244354035	0.566889095	5.787360172	7.0253674
923	0.744345796	-0.295249573	0.623136204	5.818166049	7.2311591
924	0.634244397	-0.455320915	0.77383282	5.900700803	7.1568853
925	0.666954005	-0.405034194	0.72985097	5.876612464	7.3552554
926	0.118720876	-2.130980124	1.67408708	6.393759413	7.3628233
927	0.034115151	-3.37801368	2.107749753	6.63127133	7.2228992
928	0.346330509	-1.060361731	1.180906105	6.123650027	6.9866457
929	0.513911882	-0.665703465	0.935683032	5.98934425	7.1400547

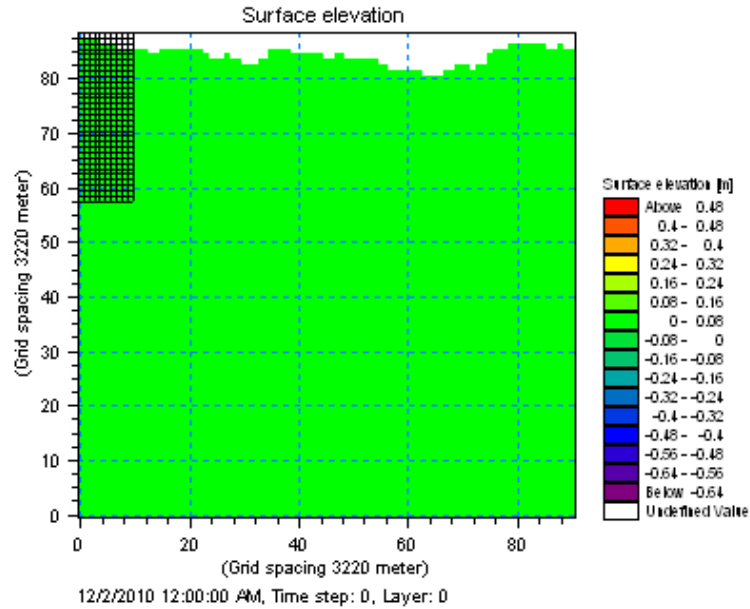
930	0.548785212	-0.60004815	0.888344454	5.963417471	7.184963
931	0.728416775	-0.316881901	0.645560669	5.830447663	7.2214827
932	0.486696358	-0.720114845	0.973171153	6.00987605	7.1321268
933	0.10979662	-2.209125533	1.704506033	6.410419514	7.0817563
934	0.370077251	-0.994043508	1.143381186	6.103098072	7.058146
935	0.680462366	-0.384982762	0.71155584	5.866592438	7.040919
936	0.621314689	-0.475917579	0.791141595	5.910180614	7.1606488
937	0.418060802	-0.872128398	1.070973091	6.063441015	7.2423145
938	0.094856348	-2.355391662	1.760029357	6.440828982	7.3581818
939	0.883200732	-0.124202775	0.404160619	5.698235711	7.1173157
940	0.443048123	-0.814076885	1.034715743	6.043583294	7.112755
941	0.234646028	-1.449677166	1.380778431	6.233117735	7.199069
942	0.318078014	-1.145458599	1.227377178	6.149101683	7.3072275
943	0.061042247	-2.796189084	1.917660016	6.527161429	7.038982
944	0.588195437	-0.53069601	0.835432289	5.934438104	7.1275217
945	0.054180585	-2.915432651	1.958122473	6.549322238	7.1446093
946	0.500143371	-0.69286048	0.954577603	5.999692583	7.1315894
947	0.025008708	-3.688531183	2.202495728	6.68316258	7.1965099
948	0.155713899	-1.859734934	1.563917609	6.333420897	7.3295088
949	0.11373812	-2.173856662	1.690845	6.402937527	7.3642199
950	0.750537458	-0.286965718	0.614332306	5.813344258	7.1797792
951	0.303124457	-1.193611808	1.252910066	6.163085744	7.2776043
952	0.272930477	-1.29853818	1.306819803	6.192611469	7.1092729
953	0.350588129	-1.048143165	1.174082591	6.119912868	7.183654
954	0.896921564	-0.108786863	0.378247941	5.684043644	7.0375152
955	0.312951877	-1.161705849	1.236051122	6.1538523	7.1259929
956	0.886794544	-0.120141954	0.397498679	5.694587045	7.0191058
957	0.179530776	-1.717408634	1.50288298	6.299992952	7.485566
958	0.375941826	-0.978320865	1.134302797	6.098125946	7.2714785
959	0.660679578	-0.41448631	0.738317973	5.881249742	7.4612367
960	0.647996321	-0.43387026	0.755384878	5.890597083	7.3009953
961	0.448567592	-0.801695903	1.0268173	6.039257411	7.1626648
962	0.609399993	-0.495280424	0.807075059	5.918907184	7.0311873
963	0.058613996	-2.836781778	1.93152934	6.534757494	7.0201614
964	0.550971153	-0.596072826	0.88539692	5.961803141	6.9122034
965	0.706378181	-0.347604518	0.676131316	5.847190845	7.3427457
966	0.067324205	-2.698235453	1.883771696	6.508601197	7.0748947
967	0.845229964	-0.168146542	0.470253802	5.734434166	6.9557131
968	0.963931407	-0.036735142	0.219800767	5.597264001	7.1282659

969	0.696290995	-0.36198761	0.689977928	5.85477447	7.4438865
970	0.797997083	-0.225650337	0.544761414	5.775241104	7.1869498
971	0.915274702	-0.088531038	0.341221292	5.663764586	7.2046399
972	0.752775972	-0.283987609	0.611136244	5.811593813	7.1765096
973	0.223442247	-1.4986023	1.403885028	6.245772945	7.3526849
974	0.170345484	-1.769926643	1.525688872	6.31248347	7.3726428
975	0.448664305	-0.801480321	1.026679232	6.039181792	7.5115109
976	0.448604213	-0.801614265	1.026765018	6.039228776	7.1877914
977	0.63365389	-0.456252388	0.77462395	5.901134096	7.0519881
978	0.045832377	-3.082764525	2.013531933	6.579669344	7.182503
979	0.633587894	-0.456356545	0.774712364	5.901182519	7.2190104
980	0.880782235	-0.126944863	0.408597694	5.700665844	7.2524632
981	0.029737287	-3.515353569	2.150170263	6.654504541	7.0544833
982	0.233156956	-1.456043423	1.383806954	6.234776421	7.2864406
983	0.792050185	-0.233130524	0.553717074	5.780146013	7.3534058
984	0.141468089	-1.955681106	1.603752569	6.355238033	7.3485654
985	0.328953243	-1.111839656	1.209231425	6.139163469	7.237246
986	0.879672299	-0.128205828	0.410622014	5.701774541	6.9251104
987	0.983188684	-0.01695423	0.149323231	5.558664288	7.0359655
988	0.485728621	-0.722105205	0.974515122	6.010612126	7.3877993
989	0.88701904	-0.119888832	0.397079722	5.694357588	7.2612454
990	0.941290918	-0.060503029	0.282082994	5.63137524	7.1565495
991	0.443529162	-0.812991724	1.034025878	6.043205463	7.0088642
992	0.911067371	-0.093138431	0.349987718	5.668565854	7.2295445
993	0.585851063	-0.534689681	0.838569855	5.936156512	7.2376891
994	0.589334426	-0.52876147	0.833908202	5.933603379	7.1074186
995	0.229084217	-1.473665584	1.392155718	6.239348941	7.3065224
996	0.017920454	-4.021812533	2.299848651	6.736481624	7.0329606
997	0.608385357	-0.496946787	0.808431614	5.919650153	7.0370823
998	0.456547568	-0.784062383	1.015461949	6.033038219	7.1820828
999	0.681255685	-0.383817589	0.710478241	5.866002249	7.2064198
1000	0.036642789	-3.306538624	2.0853317	6.618993227	7.0963514
				6.97664208	7.854

LAMPIRAN 4

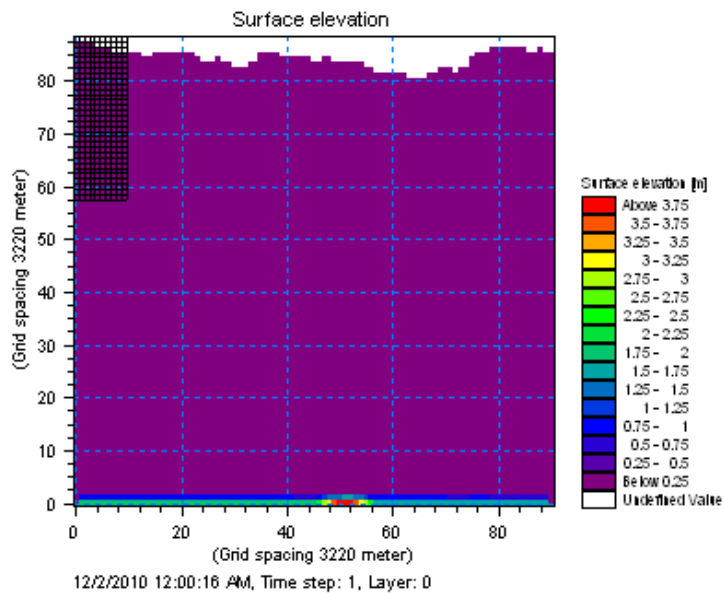
LAMPIRAN 4
OUTPUT RESULT

OUTPUT (RESULT)



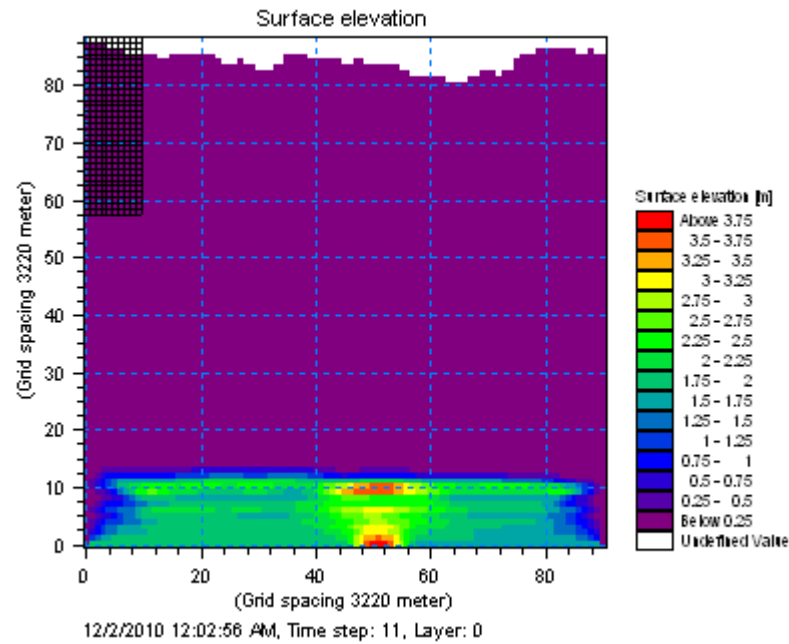
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 0*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



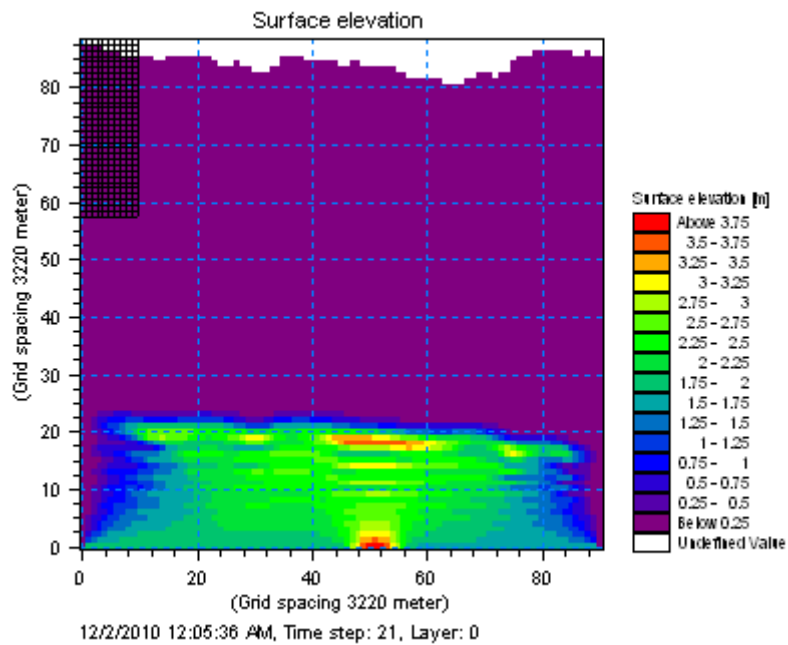
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 1*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



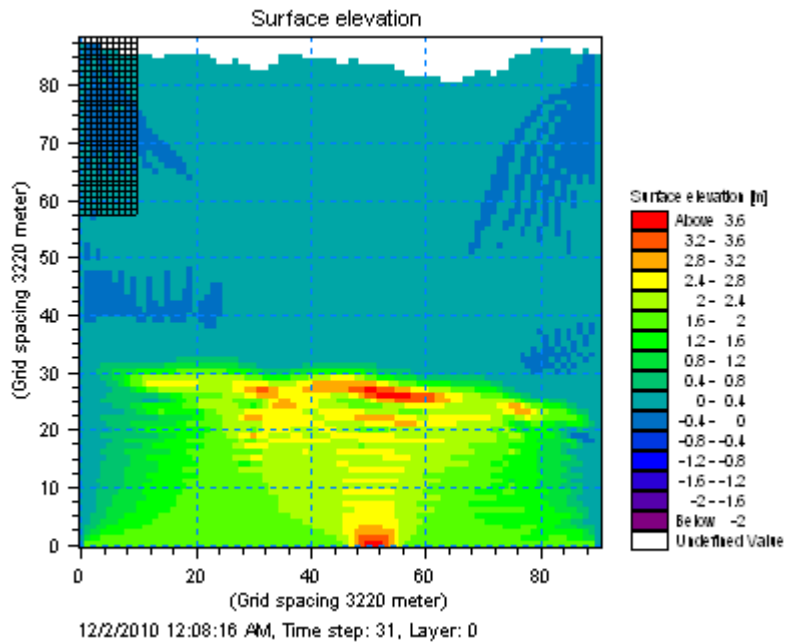
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 11*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

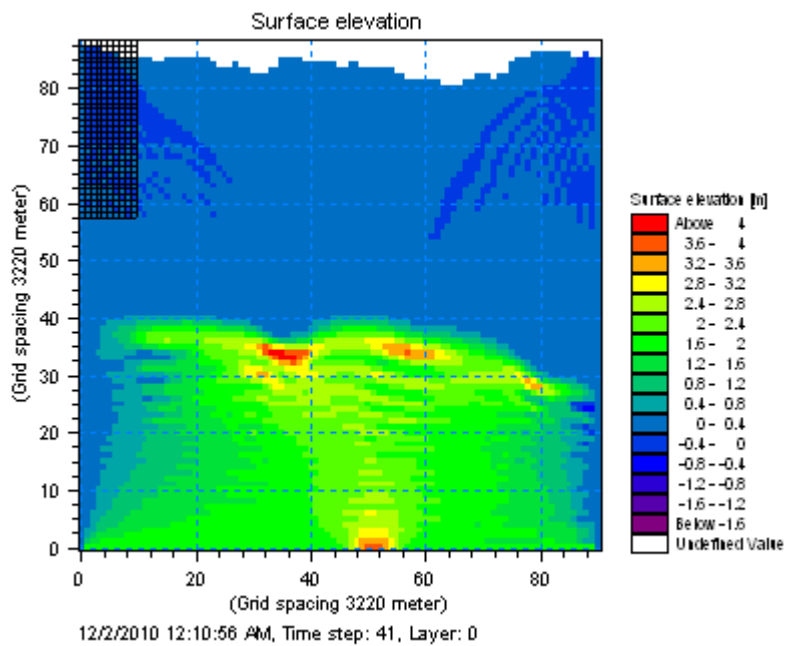


Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 21*

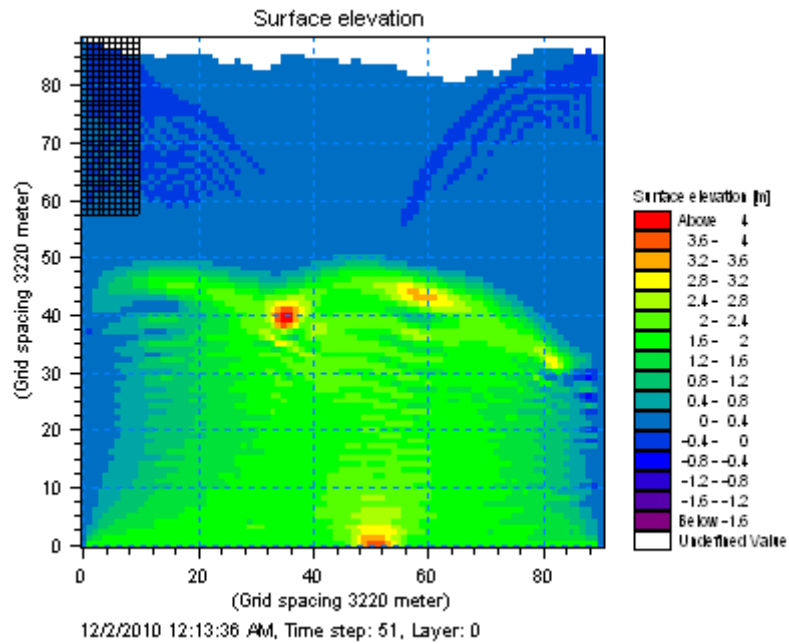
(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 31*
 (Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)

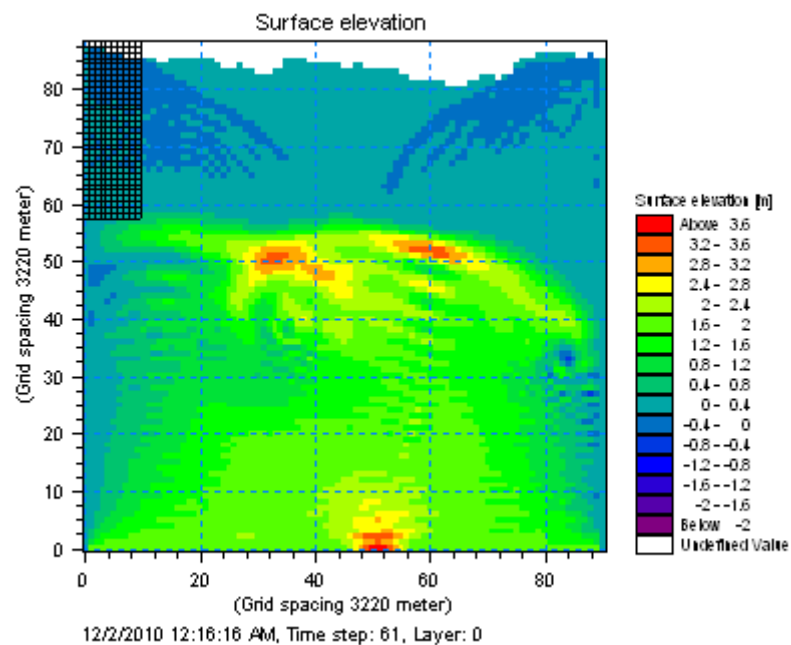


Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 41*
 (Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



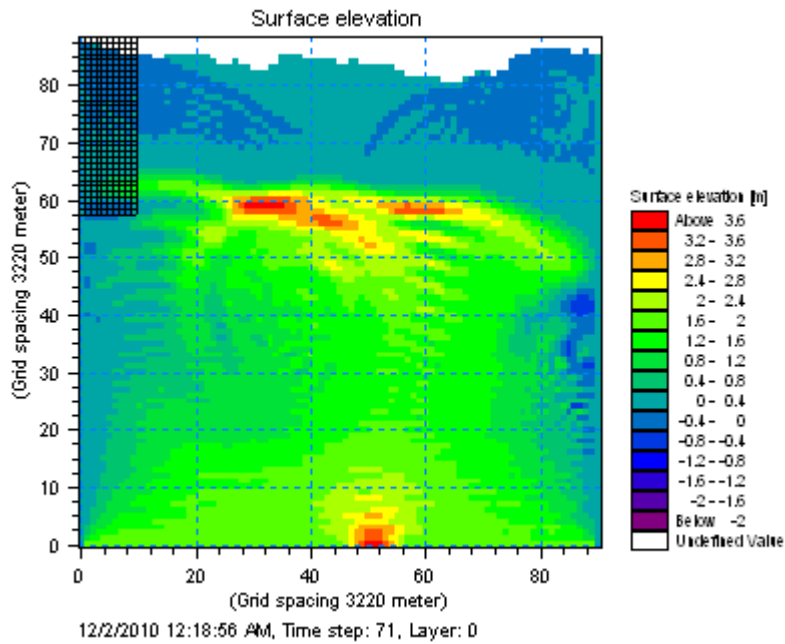
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 51*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



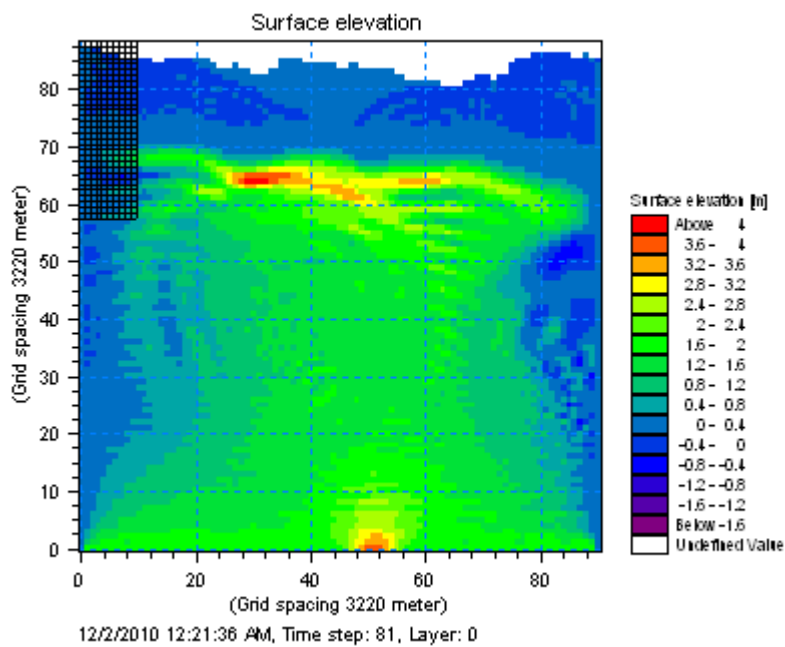
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 61*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



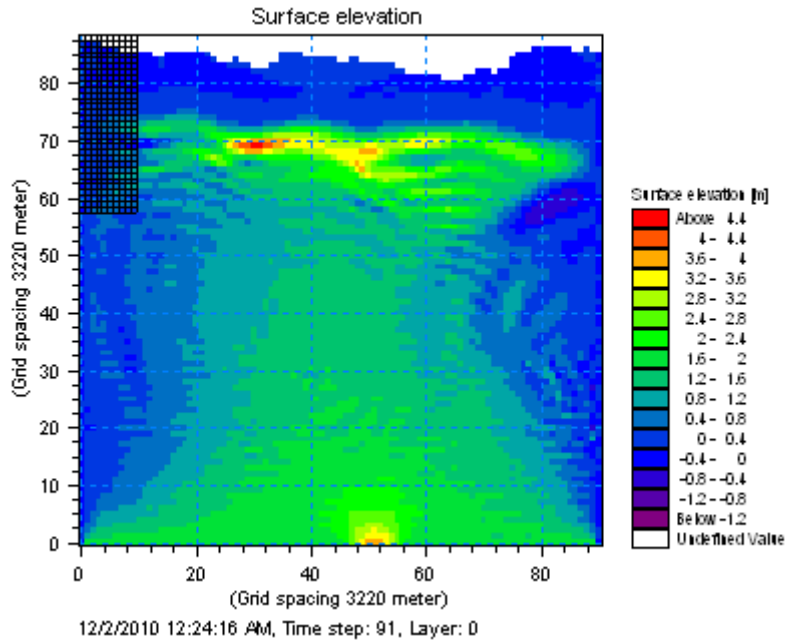
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 71*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



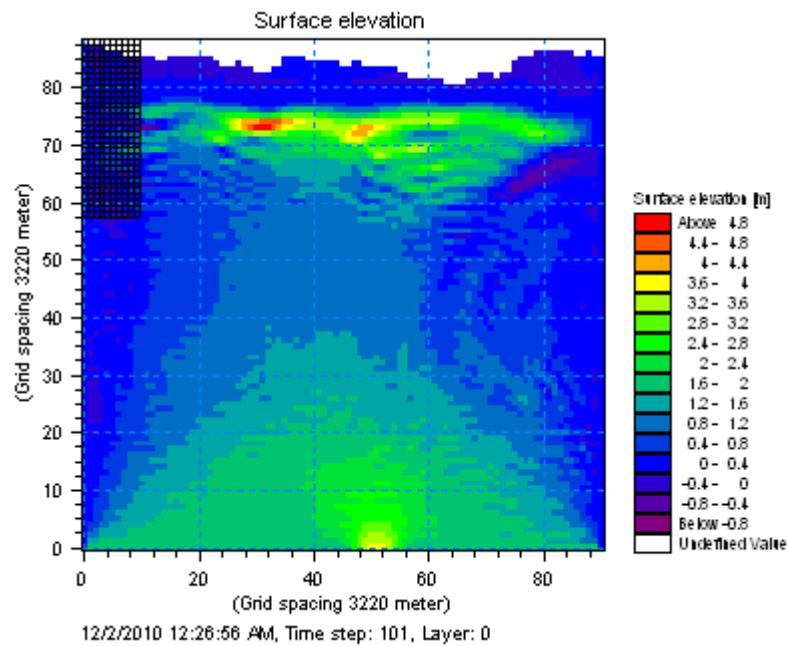
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 81*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



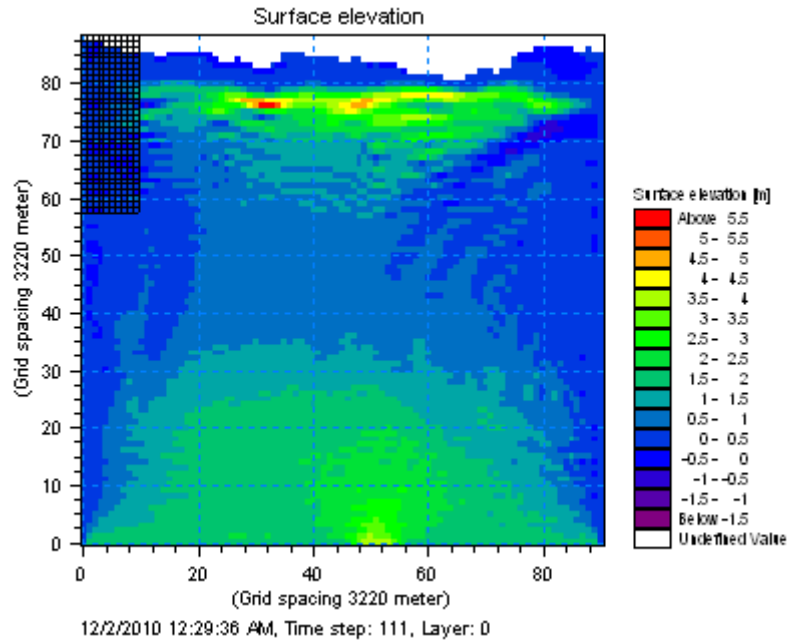
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 91*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



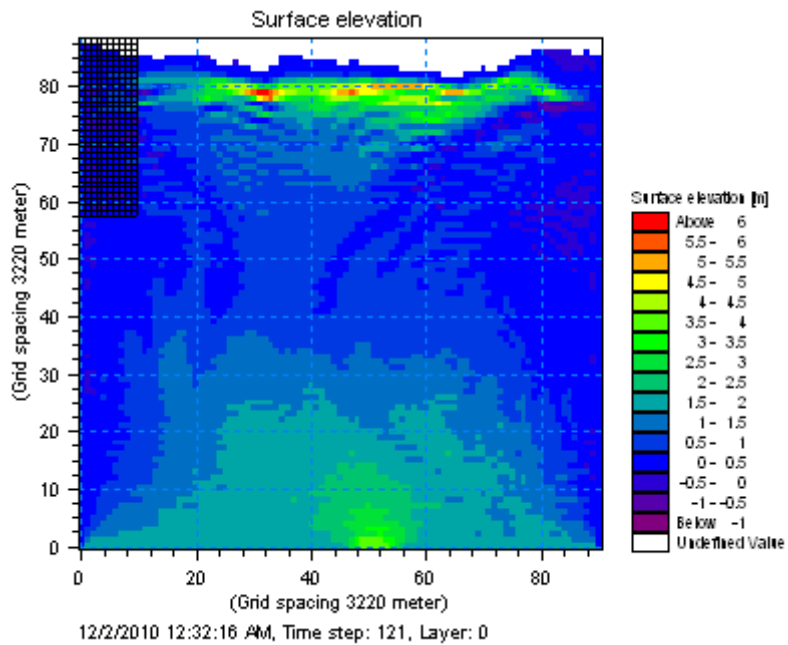
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 101*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



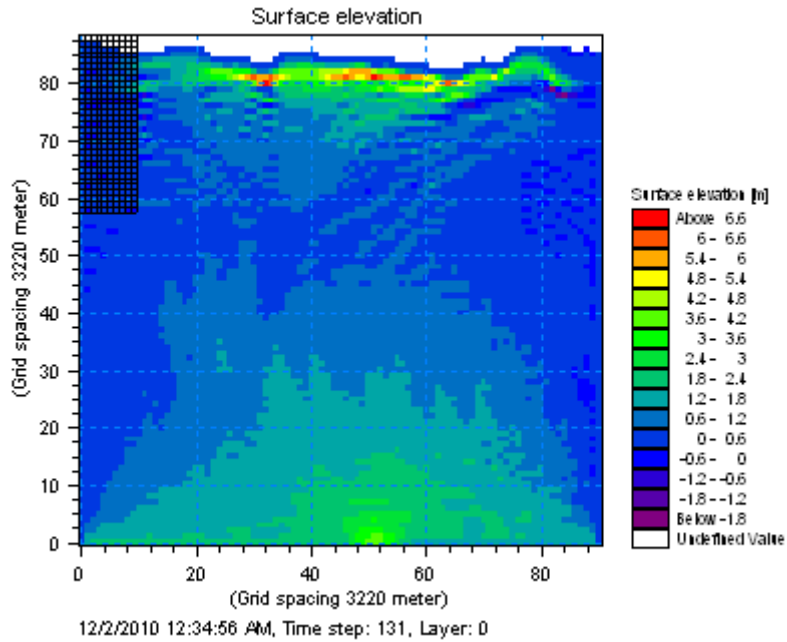
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 111*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



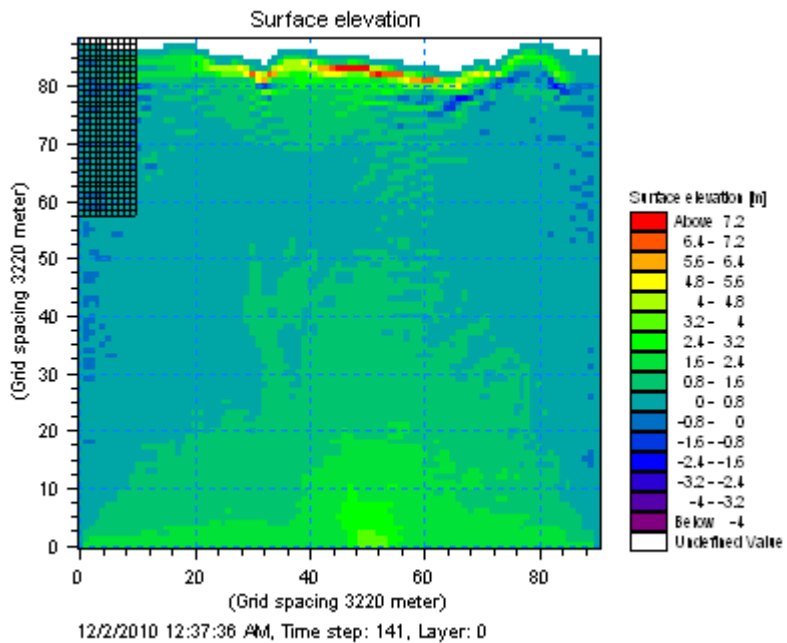
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 121*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



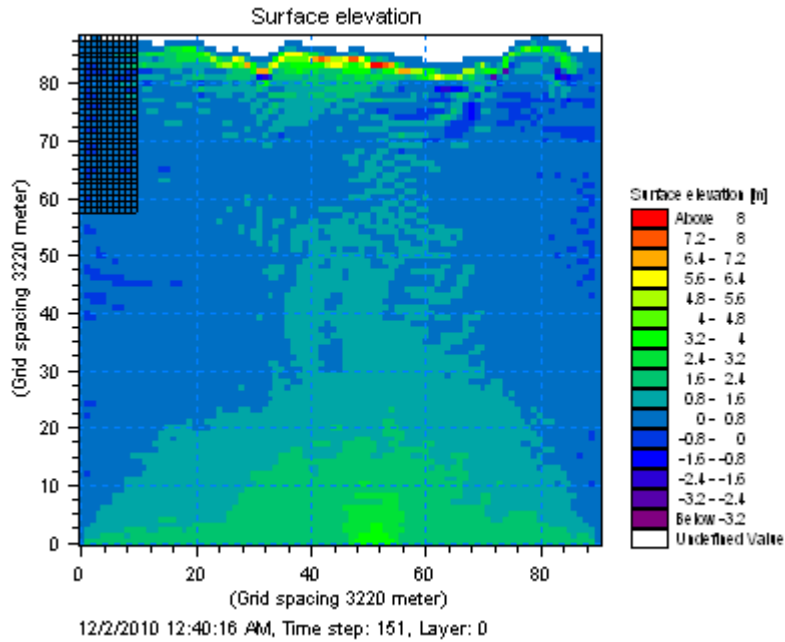
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 131*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



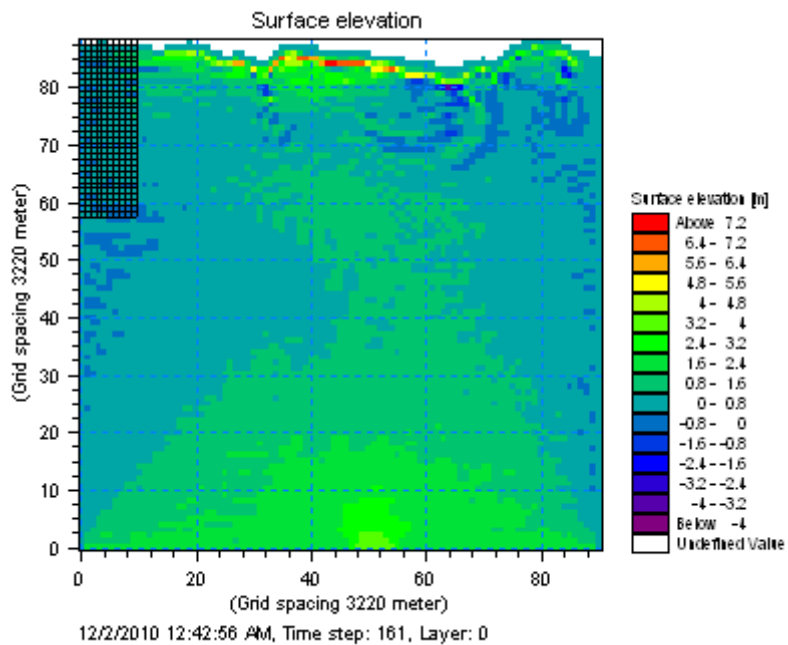
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 141*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



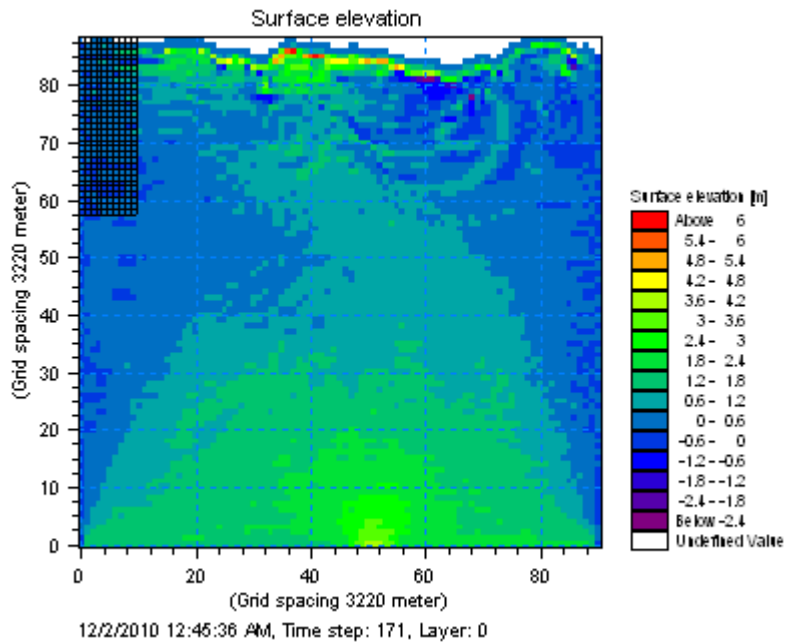
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 151*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



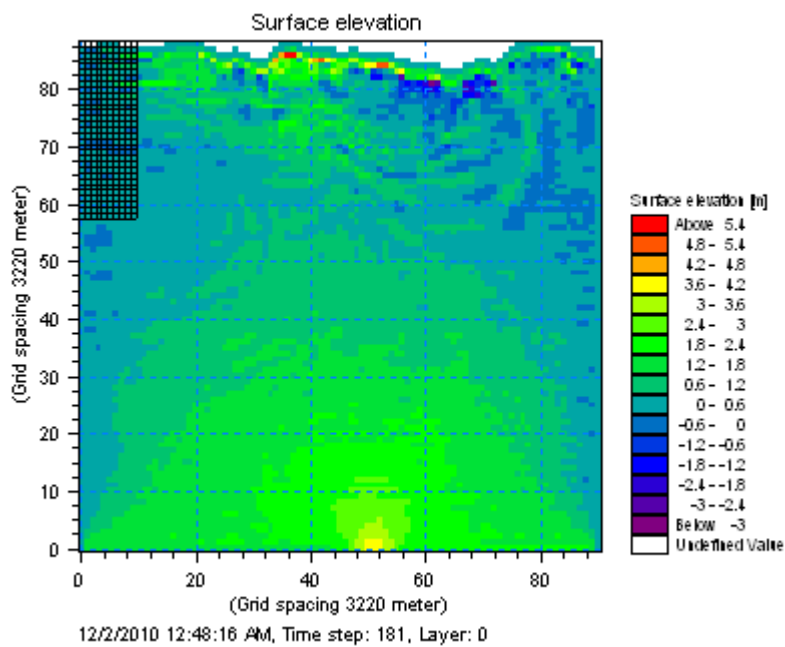
Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 161*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 171*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)



Gambar . Tampilan *Output Surface Elevation Time Step 181*

(Sumber: *Dokumentasi Pribadi 2014 dengan bantuan Mike 21 Flow Model*)