

# PREDIKSI LUASAN LUMPUR DENGAN TIME SERIES MENGUNAKAN SIMULATED ANNEALING

ASHAFIDZ FAUZAN DIANTA

**POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2010**

## ABSTRAK

*Bencana lumpur di Sidoarjo merupakan bencana alam yang fenomenal, disebabkan adanya kegagalan dalam eksplorasi pertambangan yang mengakibatkan berbagai dampak. Kini 4 tahun sudah berlalu namun luapan lumpur masih saja terjadi, sehingga tanggul yang menahan luapan lumpur semakin besar. Dalam proyek akhir ini, akan mencoba membahas tentang Prediksi Luasan Dengan Analisa Time Series Menggunakan Simulated Annealing. Input dalam proyek akhir ini adalah data historis luasan lumpur yang didapat dari BPLS (Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo). Sedangkan output dalam proyek akhir ini adalah hasil prediksi atau ramalan luasan lumpur untuk beberapa periode berikutnya.*

**Kata Kunci** : Simulated Annealing, Time Series

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bencana lumpur di Sidoarjo merupakan bencana alam yang fenomenal, disebabkan adanya kegagalan dalam eksplorasi pertambangan yang mengakibatkan berbagai dampak. Kini 3 tahun sudah berlalu namun luapan lumpur masih saja terjadi, sehingga tanggul yang menahan luapan lumpur semakin besar.

Seiring dengan perkembangan teknologi khususnya dalam bidang informasi, kita dapat memanfaatkan teknologi informasi untuk memudahkan memprediksi luasan lumpur Sidoarjo. Adanya tanggul-tanggul yang sering jebol, selain karena banyaknya volume lumpur, faktor salah memprediksi luasan lumpur juga dimungkinkan. Dengan permasalahan – permasalahan tersebut, maka dibutuhkan suatu sistem yang dapat membantu memprediksi atau meramalkan luasan lumpur secara maksimal.

Pada proyek akhir ini akan dibuat suatu sistem yang dapat memprediksi atau meramalkan luasan lumpur Sidoarjo. Sistem ini menggunakan metode analisa time series dengan menggunakan simulated annealing. Variabel yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah data bulanan luasan tanggul lumpur sidoarjo selama tahun 2006 sampai dengan tahun 2007. Dari variable tersebut dilakukan pendugaan model time series menggunakan simulated annealing dan sekaligus untuk meramalkan untuk beberapa periode berikutnya. Analisa time series menggunakan simulated annealing yang didapatkan kemudian diuji hasilnya.

### 1.2. Rumusan Masalah

Pada proyek akhir ini yang akan dilakukan adalah perencanaan pembuatan perangkat lunak berbasis web. Rumusan masalah pada proyek akhir ini antara lain :

1. Merancang dan membuat sebuah sistem menggunakan metode simulated annealing untuk dapat meramal atau memprediksi luasan lumpur berdasarkan data-data terdahulu.
2. Merancang dan membuat sebuah sistem yang dapat memberikan informasi hasil ramalan atau prediksi dalam bentuk web.

### 1.3. Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan tersebut diatas, maka diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Informasi yang diberikan berupa hasil ramalan dalam bentuk web.
2. Dalam sistem ini tidak membahas tentang dampak yang ditimbulkan oleh luapan lumpur Sidoarjo.
3. Informasi pendukung berupa data historis luasan tanggul dari tahun 2006 sampai tahun 2007.
4. Sistem ini tidak membahas arah luapan lumpur dan posisi tanggul.

### 1.4. Tujuan Dan Sasaran

Tujuan dari proyek akhir ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah perangkat lunak atau software yang dapat atau mampu memprediksi luasan tanggul lumpur Sidoarjo.

## 1.5. Metodologi

Metodologi dari proyek akhir ini meliputi :

1. Studi Literatur dan Pengambilan Data  
Pembelajaran tentang sistem / cara kerja peramalan dengan cara konvensional, pengambilan data.
2. Perancangan Sistem Perangkat Lunak  
Ada beberapa langkah untuk membuat aplikasi peramalan ini, yaitu :
  - a. Perancangan tampilan utama  
Yaitu pembuatan halaman web untuk tampilan luar (*global*) pada aplikasi.
  - b. Perancangan aplikasi peramalan  
Yaitu bagaimana cara memprediksi luasan lumpur dengan melihat data yang sudah ada.
  - c. Perancangan tampilan hasil ramalan  
Yaitu bagaimana cara menampilkan luasan hasil ramalan kedalam bentuk web.
3. Pengujian dan Analisa  
Setelah melakukan pembuatan perangkat lunak, dilakukan pengujian aplikasi dan analisa yang dihasilkan. Hasil yang diharapkan adalah client memasukkan data dan langsung mendapatkan hasil peramalan atau prediksi.
4. Pembuatan Laporan  
Membuat dokumentasi dari semua tahapan proses diatas berupa laporan yang berisi tentang dasar teori, hasil proyek akhir, serta hasil analisa.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Time Series

Data time series  $x_t$  dapat didefinisikan bahwa  $x$  adalah suatu fungsi dari variabel independent  $t$ , yang didapat dari suatu proses yang tidak diketahui model matematikanya. Pengaruh dari banyak faktor yang mengakibatkan bervariasinya nilai  $x$  dari waktu ke waktu ditunjukkan oleh pola perubahan nilai  $x$  yang bersifat auto korelasi, seasonal, trend, random, siklus dan lain sebagainya tanpa menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhinya

### 2.2 Simulated Annealing

*Simulated Annealing* adalah teknik pencarian random yang menggunakan analogi bagaimana pendinginan besi dan membekukannya kedalam struktur energi kristalisasi minimum (proses annealing) dan mencari nilai minimum pada sistem secara keseluruhan, membentuk basis teknik optimasi untuk permasalahan kombinatorial dan permasalahan lainnya.

Optimasi *Simulated Annealing* dimulai dengan solusi inisial suatu permasalahan yang juga dianggap sebagai solusi terbaik sementara, dan temperatur diatur pada nilai inisial temperatur tinggi  $Temp(i)$ . Solusi ini menjadi solusi saat ini (*current*) dan *parent* atau solusi aktif. Jumlah Monte Carlo (*ITRY*) diset 0. *ITRY* dinaikkan 1 dan dites apakah mencapai nilai maksimum pada temperatur saat itu. Jika iya, maka temperatur saat itu dilihat.

Apabila sama dengan temperature aktif ( $Temp(f)$ ), simulasi berakhir dan didapatkan solusi akhir dan solusi terbaik selama simulasi. Jika temperature saat ini diatas temperature akhir, maka temperature diturunkan menggunakan penjadwalan pendinginan. Jumlah Monte Carlo (*ITRY*) di-reset menjadi 1.

Jika jumlah temperature ini tidak tercapai, atau temperature sudah diturunkan solusi *parent* dimodifikasi untuk membangkitkan solusi baru. Jika energi pada solusi baru lebih kecil dibandingkan dengan *parent*, maka di-cek untuk melihat apakah solusi terbaik ditemukan. Jika ditemukan, dikirim secara terpisah. Apakah solusi terbaik atau tidak, solusi baru menjadi solusi *parent* baru untuk tahap Monte Carlo berikutnya. Meskipun solusi *parent* diubah, akan menjadi solusi *current*.

Jika energi dari solusi baru lebih tinggi dari *parent* dengan menghitung  $dE$ , probabilitas Boltzman dihitung. Jika probabilitas lebih besar dari angka random (*Ran*) antara 0.0 dan 1.0, solusi baru diterima dan menjadi solusi *parent* untuk iterasi berikutnya, dan solusi *current*. Sebaliknya, jika probabilitas lebih kecil dari *Ran*, solusi baru ditolak dan solusi *current* atau *parent* tetap sama dan digunakan untuk iterasi berikutnya.

### 2.3 JavaScript

Java script adalah suatu script yang di buat dalam bentuk kode HTML dan kode tersebut sebagai kode script yang akan di gunakan pada web site. Website akan mengenal javascript dan akan menterjemahkan kode-kode java dan hasilnya akan di tampilkan dengan kode-kode HTML. Java Script bekerja pada sisi client (yaitu pada browser) Tag HTML untuk memperkenalkan bahwa kode-kode adalah java script.

Isi kode java script dapat berupa statemen-statemen java script yang tidak sepenuhnya sama dengan statemen java. Penulisan pada bahasa java yang misalnya kita akan mencetak huruf kelayar maka kita akan

menulis kode `System.out.println("hello java");`; sedangkan dalam java Script kita menggunakan `document.write(teks)` teks : dapat berupa string, variabel atau tag HTML.

## 2.4 PHP

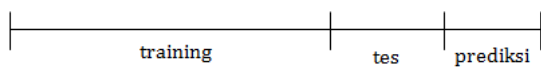
Database terdistribusi adalah sebuah database yang diatur oleh sebuah PHP merupakan bahasa berbentuk script yang disertakan dalam dokumen HTML, bekerja di sisi server sehingga script-nya tak tampak di sisi client. PHP dirancang untuk dapat bekerja sama dengan database server dan dibuat sedemikian rupa sehingga pembuatan dokumen HTML yang dapat mengakses database menjadi begitu mudah atau secara umum dokumen yang dihasilkan adalah dokumen WEB Dinamis.

Model kerja HTML diawali dengan permintaan suatu halaman web oleh browser. Berdasarkan URL atau dikenal dengan sebutan alamat internet, browser mendapatkan alamat dari web server, mengidentifikasi halaman yang dikehendaki dan menyampaikan segala informasi yang dibutuhkan oleh web server.

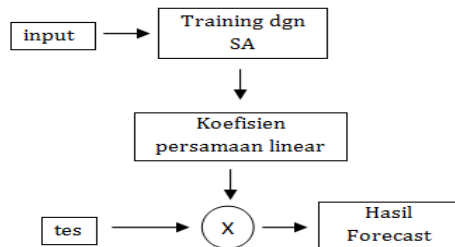
## 3. PERANCANGAN SISTEM

### 3.1. Design Sistem

Data yang didapat dibagi menjadi dua yaitu sebagai data training dan data tes. Sedangkan data yang dihasilkan adalah data ramalan.



Proses forecast dapat dilihat seperti bagan dibawah ini



Data yang diinputkan dianalisa secara time series dan ditraining dengan metode simulated annealing, setelah ditraining didapatkan koefisien persamaan linear, dan koefisien tersebut dibandingkan dengan data tes dan dihasilkan data peramalan.

### 3.2. Input Sistem

Input data yang dibutuhkan oleh system adalah data historis luasan lumpur.

### 3.3. Representasi Solusi

Solusi yang diharapkan dari permasalahan ini adalah mendapatkan peramalan maksimal.

### 3.4. Penetapan Parameter

Parameter-parameter yang ditetapkan sebagai berikut :

- a. Solusi(S)

State awal yang direpresentasikan sebagai suatu persamaan linier.

$$X_{t+1} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_t x_t \quad (3.1)$$

Dimana :  $x_{t+1}$  adalah prediksi

$x_1 \dots x_t$  adalah lokasi grid

$a_0 \dots a_t$  adalah posisi yang dicari

Solusi awal contoh

0,57	0,05	0,54	0,55	0,47	0,99	0,7	0,95	0,92	0,24
------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------

b. Energi(E)

Energi dicari dengan menggunakan formula

$$E = \sum_{i=t+1}^{t+n} |X_i - \bar{X}_i| \quad (3.2)$$

$X_i$  adalah data prediksi

$\bar{X}_i$  adalah data actual

$t$  adalah waktu saat ini

$n$  adalah jumlah data

c. Update State

Dilakukan dengan mengacak / random secara keseluruhan solusi yang ada dengan tidak ada perulangan solusi.

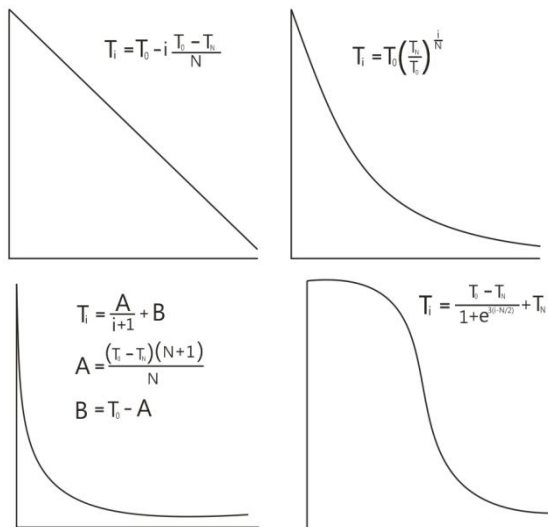
t1					t2				
0,57	0,05	0,54	0,55	0,47	0,99	0,7	0,95	0,92	0,24

0 - 0,5
---------

Antara t1 sampai t2 dilakukan pengacakan secara random dan tiap state akan diacak nilainya antara 0 sampai 0,5. Nilai t1 sampai t2 juga diacak secara random.

d. Penurunan temperature

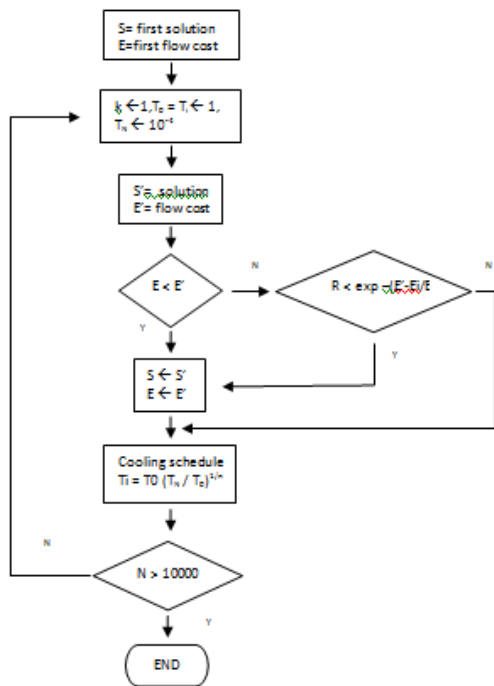


**Gambar 3.1** Penurunan Temperatur Yang di Uji Coba

$T_i$  adalah temperature pada siklus  $i$ , dimana  $i$  dinaikkan dari 0 sampai dengan  $N$ . Temperature awal  $T_0$  dan temperature akhir  $T_N$  ditentukan oleh user.

**3.5. Rancangan Sistem dan Program**

Untuk membuat representasi solusi pada metode Simulated Annealing kita buat initial state adalah data awal dan energy adalah data pembanding, dibawah ini adalah gambar pemrosesan dengan Simulated Annealing.



#### 4. UJI COBA DAN ANALISA

##### 4.1 Analisa Hasil Uji Coba

Dari percobaan yang telah dilakukan, MSE terbaik diperoleh dari range state antara 0 sampai 0.5 dan diturunkan oleh temperatur grafik yang pertama ( I ), MSE terbaik dari empat percobaan dapat dilihat di tabel 4.10 :

**Tabel 4.10** Hasil MSE Terbaik

Temp.	Range State	MSE	Prediksi
I	0 - 0.5	<u>9040004.349056</u>	<u>251069.72</u>
	0 - 1	13118253.56873	244317.59
II	0 - 0.5	13030997.00308	240587.84
	0 - 1	11223891.06250	243151.27
III	0 - 0.5	10744685.86764	253244.27
	0 - 1	23006863.33828	249226.74
IV	0 - 0.5	552630053.0853	210540.32
	0 - 1	7908419748.516	367541.41

Dari MSE yang terbaik atau terkecil akan didapat state terbaik, state tersebut digunakan untuk mencari hasil prediksi, hasil prediksi untuk bulan-bulan selanjutnya dapat dilihat di tabel 4.13 :

**Tabel 4.11** Hasil Prediksi Menggunakan MSE Terbaik

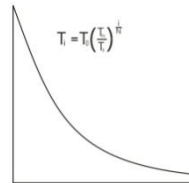
Bulan Ke -	Prediksi
1	251069.7277629965
2	272147.9184081740
3	298761.9099658107
4	326450.3110732944
5	356857.3553533624
6	399555.2638908385
7	435800.8910642253
8	478984.6516793261
9	526721.9801955855
10	578698.9977378013
11	640324.8445795521
12	705312.2958227876

## 5. KESIMPULAN & SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa :

1. Simulated Annealing dapat digunakan untuk memprediksi luasan lumpur dan mendapatkan hasil yang optimal.
2. Pada permasalahan prediksi luasan lumpur ini, hasil yang optimal menggunakan percobaan penurunan temperatur yang pertama.



**Gambar 5.1** Grafik Penurunan Temperatur I

3. Pengacakan state antara 0 sampai 0.5 adalah solusi yang terbaik mengoptimalkan permasalahan ini.

### 5.2 SARAN

Saran-saran yang diambil dari kesimpulan di atas antara lain :

1. Dapat dicoba menggunakan metode lain untuk pengoptimalan prediksi luasan ini.
2. Untuk menghindari terjadinya eror pada waktu perhitungan, jumlah iterasi sebaiknya jangan terlalu banyak, karena data yang ditraining nilainya besar.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fariza, Arna. Peramalan *Time Series* menggunakan *Hybrid Algoritma Genetika Simulated Annealing*. 2003.
- [2] Rokhmat Rosmantlyo, Windhy, Aplikasi SIG Berbasis Web untuk Visualisasi Dampak Bencana Lumpur di Sidoarjo, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, 2007.
- [3] Rifai, Rachman, *Spatial Modeling and Risk Assesment of Sidoarjo Mud Volcanic Flow*, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 2008