



**MODEL PUSARAN BADAI**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**SELVI APRILIA  
NIM.011810101123**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2007**

## RINGKASAN

**Model Pusaran Badai**, Selvi Aprilia, 011810101123, Skripsi, 2006, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Badai yang disebabkan oleh pusaran angin adalah angin topan dan tornado. Badai ini dapat menyebabkan kerusakan dan kerugian yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan karakteristik, streamlines dan profil dari model badai Isaac. Untuk membantu menentukan karakteristik, streamlines dan profil dari model badai Isaac, penulis menggunakan program matlab, dengan kekuatan badai yang bervariasi.

Hasil penelitian dari model badai Isaac diketahui bahwa dipengaruhi oleh *sink flow* yang menuju pusat badai dan *vorteks flow* yang berlawanan dengan arah jarum jam, kemudian melalui model badai Isaac didapatkan *streamlines* yang mengarah ke timur laut. Hasil tersebut di dapatkan melalui perumusan *sink flow*, *vorteks flow*, model badai Isaac, *streamlines* dan analisa profil. Badai cenderung akan membentuk angin topan jika gerakan *sink flow* lebih mendominasi, sedangkan jika gerakan *vorteks flow* lebih mendominasi maka akan berpeluang untuk membentuk tornado.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Badai</b> .....	4
<b>2.2 Sistem Koordinat</b> .....	6
<b>2.3 Vektor</b> .....	7
<b>2.4 Fluida</b> .....	8
<b>2.5 Gerak dalam Koordinat Polar</b> .....	12
<b>2.6 Model Pusaran Badai</b> .....	13
<b>2.7 Kerangka Pemecahan Masalah</b> .....	14
<b>BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	15
<b>3.1 Hasil</b> .....	15
3.1.1 Sink Flow .....	15
3.1.2 Vorteks Flow .....	16

3.1.3 Model Badai Isaac.....	17
<b>3.2 Pembahasan</b> .....	20
3.2.1 Sink Flow .....	20
3.2.2 Vorteks Flow .....	21
3.2.3 Model Badai Isaac.....	21
3.2.4 Streamlines dari Model Badai Isaac.....	23
<b>BAB 4. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	25
4.1 Kesimpulan .....	25
4.2 Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	26
<b>LAMPIRAN</b> .....	27

## **BAB 1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Alam menampilkan beragam fenomena, ada yang terpecahkan dan ada yang masih merupakan sebuah misteri. Allah, sang pencipta alam semesta beserta segala yang ada di dalamnya, menciptakan fenomena – fenomena ini sebagai salah satu bukti kekuasaan-Nya. Salah satu fenomena alam yang terkenal dengan amukannya yang dahsyat dan kerusakan yang ditimbulkannya adalah “si raksasa berputar” bernama angin topan (Hidayat, D. 2006).

Angin topan memiliki nama yang beragam, penamaan ini bertujuan untuk membedakan dan menghindari kebingungan kalau di saat yang sama terjadi lebih dari satu angin topan. Badan Meteorologi Dunia mengawali namanya dari A setiap tahunnya dan nama itu berselang seling antara pria dan wanita. Misalnya tahun 1998, angin topan Atlantik diberi nama Alex, Bonnie, Charley, Danielle, Earl, dan seterusnya (Hidayat, D. 2006).

Angin topan membawa hujan deras dan gelombang tinggi. Ketika mencapai daratan, angin topan menyebabkan kerusakan dan kerugian yang besar. Gelombang tinggi dan hujan yang deras sering mengakibatkan banjir di daerah pantai. Sembilan puluh persen korban angin topan terjadi ketika badai yang pertama sampai ke garis pantai. Angin topan mengaduk laut di bawahnya dan menyebabkan gelombang besar. Di pusat badai, mata angin topan yang bertekanan rendah membentuk kubah air setinggi 8 meter. Ketika seluruh badai yang berputar itu bergerak ke arah daratan, ia mendorong gelombang badai yang besar di depannya. Akhirnya, gelombang itu menyebabkan banjir di daratan. Di dataran rendah pantai, banjir ini lebih merusak daripada angin topannya sendiri, sedangkan tornado memiliki karakteristik yang sama dengan angin topan, hanya saja lebih kecil dan lebih kencang. Tornado dapat menimbulkan kerusakan selebar lebih dari 1 km (Morris, 2002). Selanjutnya angin

topan dan tornado akan disebut sebagai pusaran badai. Banyak ahli yang meneliti fenomena alam ini, tentang apa dan bagaimana sebenarnya perilaku dari badai tersebut. Banyak hal yang sudah dipelajari, mulai dari proses terjadinya sampai model dari pusaran badai yang membutuhkan akurasi perhitungan yang tinggi, bahkan jalur dari badai tersebut juga dapat diprediksi.

Pusaran badai dirumuskan dalam berbagai bentuk. Salah satunya adalah model badai Isaac yang disajikan dalam bentuk vektor. Model ini diformulasikan dari model *sink flow* dan model *vorteks flow*. Sedangkan model badai yang lain disajikan dalam bentuk skalar yang menunjukkan fungsi arus dan kecepatan potensial suatu badai. Namun dalam skripsi ini hanya akan membahas tentang model badai Isaac.

## 1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat pada skripsi ini adalah:

- a. Bagaimana sistematika dari model badai Isaac,
- b. Bagaimana streamline dari model badai Isaac,
- c. Bagaimana profil yang dihasilkan dari model badai Isaac.

Pusaran badai adalah aliran fluida tiga dimensi (*three – dimensional fluid flows*) yang rumit, karena itu akan dibuat banyak penyederhanaan atau batasan masalah tentang struktur dari suatu pusaran badai. Batasan tersebut antara lain:

1. Pusaran badai dimodelkan sebagai suatu potongan melintang horisontal dua dimensi, sehingga fluida di dalam potongan melintang tersebut mengalir secara horisontal,
2. Model badai Isaac dianggap sebagai suatu fluida ideal,
3. Model badai Isaac berada dalam *steady state*.

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari tulisan ini adalah:

1. Mengetahui sistematika model badai Isaac,
2. Mengetahui streamline dari model badai Isaac,
3. Mengetahui profil yang didapat dari model badai Isaac.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari skripsi ini adalah menambah wawasan tentang aplikasi Matematika pada pusaran badai, sebagai pembelajaran tentang bagaimana membangun model Matematika dari suatu pusaran badai, selain itu dapat dimanfaatkan untuk memperkecil kerusakan dan korban jiwa yang diakibatkan oleh badai tersebut.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Badai

Angin topan adalah badai besar yang sangat kuat dengan pusaran angin yang dahsyat dan berkecepatan 120 km/jam atau lebih. Luas pusaran angin topan lebih dari 400 km<sup>2</sup> dan berlangsung selama beberapa hari sebelum akhirnya menghilang. Sedangkan tornado adalah badai yang dahsyat, lebih kecil daripada angin topan, tapi memiliki pusaran angin yang lebih kencang. Pusaran tornado yang khas tergantung di awan hitam berpetir dan menyentuh tanah seperti corong yang berputar. Kebanyakan tornado bergerak di tanah dengan kecepatan 35 – 65 km/jam (Morris, 2002).

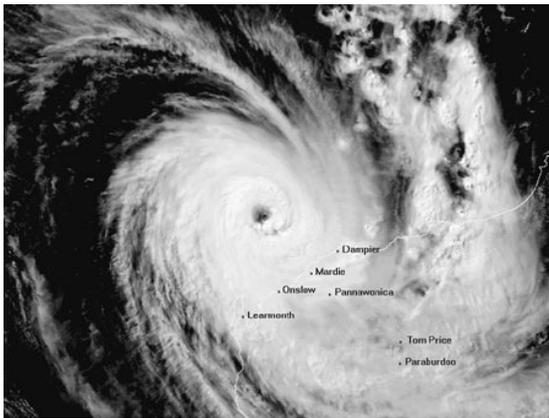
Ketika melewati lautan, badai mengikuti arah angin. Dalam perjalanannya, badai tersebut membawa hujan deras dan gelombang tinggi. Ketika mencapai daratan, badai tersebut menyebabkan kerusakan dan kerugian yang besar. Gelombang tinggi dan hujan yang deras sering mengakibatkan banjir di daerah pantai.

Di bawah pusaran badai, angin dan hujan pertama yang dahsyat akan diikuti oleh masa tenang ketika 'mata' (*eye*) pusaran melintas di udara. Lalu, angin dan hujan kembali menghantam ketika sisi lain dari badai melintas. Ketika badai melewati tanah yang lebih dingin, ia tidak lagi terisi oleh udara hangat yang naik sehingga kekuatannya berkurang (Morris, 2002).

Pusaran badai terbentuk di atas samudra yang hangat. Telah diketahui, keadaan ini hampir selalu ada hubungannya dengan ketidakstabilan penyamarataan tekanan udara lembab dan udara kering saat terjadinya badai. Penurunan kelembaban secara cepat menghasilkan pergolakan udara. Udara kering biasanya bergerak dengan cepat, dan udara lembab di bawahnya biasanya bergerak ke arah kutub. Hal ini menyebabkan terjadinya gerakan udara yang berbelok ke atas atau mensiklon, yakni bergerak dengan keras mengelilingi suatu pusat (Hidayat, D. 2006). Badai akan terjadi ketika kumpulan udara hangat dan udara dingin bertemu. Kumpulan udara itu

tidak mudah menyatu dan menyebabkan angin kalau awan yang disebut gelombang udara terbentuk di sekitarnya. Ketika badai terbentuk, uap air terangkat dari lautan dan membentuk dinding awan yang tebal. Udara dan uap air yang hangat berputar ke atas. Semakin hangat, udara lembab terdesak masuk ke bawah udara yang naik dan udara yang berputar mulai membentuk badai. Angin kencang yang berputar di sekitar daerah yang tenang, bersih dari awan, dan bertekanan rendah, disebut ‘mata’ angin topan (Morris, 2002).

Zona badai di dunia ada diantara garis balik utara dan selatan. Zona ini merentang di sebagian Samudra Atlantik, Pasifik dan India. Badai biasanya bergerak ke arah barat karena didorong oleh angin pasat. Kemudian, badai berbalik dari khatulistiwa dan menambah kecepatan karena pengaruh rotasi bumi. Badai terbentuk di garis balik utara dan selatan. Wilayah itu adalah bagian terpanas di bumi. Oleh karena itu, perairan di sana sangat hangat. Samudra dengan temperatur  $27^{\circ}\text{C}$  menghasilkan uap lembab yang bisa membentuk badai (Morris, 2002). Foto di bawah ini menunjukkan putaran fluida yang mengelilingi ‘mata’ berlawanan dengan arah jarum jam.



(a)



(b)

Sumber: (a) [www.dfat.gov.au/aia/publications/bab02](http://www.dfat.gov.au/aia/publications/bab02)

(b) [www.snopes.com/photos/lili](http://www.snopes.com/photos/lili)

Gambar 2.1 (a) Angin topan, (b) Tornado

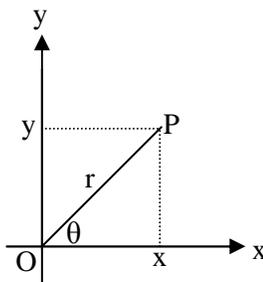
## 2.2 Sistem Koordinat

Sistem koordinat yang sering kita pakai adalah sistem koordinat kartesius dan sistem koordinat polar. Sistem koordinat kartesius terdiri dari dua sumbu, garis horisontal (sumbu x) dan garis vertikal (sumbu y) yang berpotongan tegak lurus di titik O (titik asal). Jika garis vertikal dan horisontal yang melalui sebarang titik P memotong sumbu x di  $a$  dan memotong sumbu y di  $b$ , maka koordinat titik P adalah  $(a,b)$ . Dalam hal ini  $a$  dan  $b$  berturut – turut dinamakan absis (koordinat x) dan ordinat (koordinat y) dari titik P. Perhatikan Gambar 2.2 yang memperlihatkan situasinya (Martono, 1999).

Selain dengan sistem koordinat kartesius, letak sebuah titik pada bidang datar dapat ditentukan dengan sistem koordinat polar. Pada sistem koordinat polar, letak sebuah titik ditentukan oleh dua variabel bebas  $r$  dan  $\theta$  dimana  $r$  menyatakan radius (jari – jari) vektor dan  $\theta$  menyatakan sudut polar. Sudut  $\theta$  adalah sudut yang diapit oleh sumbu polar dan vektor OP dan dihitung dari sudut polar ke arah berlawanan jarum jam. Hubungan antara sistem koordinat kartesius dan sistem koordinat polar ditentukan oleh rumus berikut:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \theta \\ y &= r \sin \theta \end{aligned} \tag{2.1}$$

Dari rumus transformasi ini diperoleh hubungan  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$  dan  $\theta = \tan^{-1} \frac{y}{x}$  (Soemartojo, 1988).



Gambar 2.2 Koordinat Titik di Bidang