

Road Map Riset  
Kelompok Keahlian  
(Research Division)  
Fisika Bumi dan Sistim Kompleks

oleh:  
Doddy Sutarno

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Bandung  
2013

## **I. Latar Belakang**

Formulasi analitis sistem fisis secara akurat telah berhasil memprediksi beberapa fenomena alam. Pada umumnya, formulasi tersebut dilakukan melalui penyederhanaan model, misalnya sifat simetri dsb. Dalam menangani persoalan yang bersangkutan dengan ‘many body system’, prosedur statistik lazim digunakan sebagai perangkat untuk penyederhanaan persoalan yang tentu saja bergantung kepada postulat dan hipotesis tentang sifat keacakan sistem yang bersangkutan. Namun, realita alamiah tidaklah sederhana, dan keterbatasan kita sebagai manusia dalam mendeskripsikan kompleksitas alam merupakan kendala bagi mengungkapkan realita yang sebenarnya. Kompleksitas kini menjadi tantangan dalam mempelajari respon sistem, dimana dinamika sistem perlu diklasifikasi ke dalam beberapa kelas agar perilakunya dapat dipelajari secara lebih baik dan lengkap. Dalam kasus ini, komputer merupakan alat yang sangat berguna untuk membantu kita memahami fenomena yang bersangkutan.

Bidang keahlian Fisika Bumi dan Sistem Kompleks mengfokuskan kajian tentang gejala-gejala alam yang berhubungan dengan sistem kompleks melalui konsep-konsep fisika, serta memanfaatkan konsep-konsep tersebut untuk dapat didayagunakan dalam memahami sistem tersebut. Kajian tentang sistem kompleks mencakup pengembangan konsep-konsep dan metodologi untuk melakukan pengamatan, pengolahan, pemodelan dan penafsiran fungsi-fungsi respon yang bersangkutan, serta aplikasinya untuk meningkatkan kesejahteraan hidup umat manusia. Bidang kajian mencakup sumberdaya alam, masalah lingkungan dan bencana alam, sifat-sifat material, pengolahan citra dan analisa noise, disamping persoalan intelegensi komputer, chaos dan fraktal. Sehubungan dengan itu, kepakaran dalam bidang komputasi dan pengembangan peralatan juga menjadi perhatian khusus bidang keahlian ini. Staf pengajar yang terlibat dalam bidang keahlian Fisika Sistem Kompleks mempunyai kepakaran dan minat yang beragam, mulai dari seismologi, elektromagnetisme, fisika batuan, geoteknik dan lingkungan, hingga eksplorasi sumberdaya alam.

Kegiatan dan aktivitas di bidang keahlian ini didukung oleh beberapa laboratorium, diantaranya: Laboratorium Komputasi, Laboratorium Induksi Elektromagnetik dan Laboratorium Fisika Batuan. Meskipun diutamakan untuk keperluan penelitian dan penyelesaian tugas akhir mahasiswa (baik sarjana, magister maupun doktor), laboratorium-laboratorium tersebut ini digunakan juga untuk praktikum mahasiswa disamping untuk memberikan jasa pelayanan kepada masyarakat. Laboratorium Fisika Sistem Kompleks dilengkapi dengan berbagai peralatan, termasuk perangkat lunak komputer untuk pengolahan, analisa dan interpretasi data, dimana sebagian dari peralatan dan perangkat lunak tersebut merupakan hasil pengembangan yang dilakukan oleh para staf.

## **II. Misi dan Tujuan**

### ***Misi***

1. Menumbuhkan dan mengembangkan bidang keahlian Fisika Bumi dan Sistem Kompleks melalui kegiatan-kegiatan penelitian dalam rangka membangun basis penelitian dan tradisi ilmiah
2. Membina kepemimpinan akademik/ilmiah seta karier akademik/ilmiah staf (kaderisasi).
3. Membina team work yang meliputi koordinasi kegiatan, pembagian tugas dan hierarki hak/tanggung jawab didalamnya
4. Mendukung pengembangan program pendidikan, baik program sarjana maupun program pascasarjana
5. Membuahkan pelayanan ilmiah bagi masyarakat

### ***Tujuan***

Mendukung kebijakan penelitian ITB dlm menghadapi tantangan zaman melalui kegiatan riset di bidang kebumihantim kompleks, dalam rangka pengembangan dan penguatan ilmu dan teknologi di Indonesia, khususnya yang bersangkutan dengan pemenuhan kebutuhan energi dan air serta peningkatan kualitas hidup dan lingkungan.

### **III. Stuktur Organisasi**

KK Fisika Bumi dan Sistim Kompleks dipimpin oleh seorang ketua terpilih yang memiliki senioritas akademis sebagaimana disyaratkan/ditetapkan oleh Senat FMIPA/Senat Akademik ITB dan berfungsi sebagai "pemimpin akademis" dengan tanggung jawab dan wewenang sebagai berikut:

1. Menyusun Program Kerja KK yang berkesinambungan (dengan sasaran jangka pendek dan jangka panjang).
2. Menyelenggarakan dan mengkoordinasikan kegiatan penelitian, pendidikan dan pngabdian masyarakat secara terpadu.
3. Mengembangkan dan membina sarana Laboratorium.
4. Membina pengembangan karier para anggauta staf dalam KK.
5. Mengarahkan dan membimbing peneltitian pascasarjana, serta mengatur pembimbingan tugas akhir sarjana
6. Mengembangkan kerjasama dengan lembaga-lembaga yang melaksanakan kegiatan yang berkaian dengan kegiatan kelompok.

Dalam melakukan tugasnya, ketua KK dibantu oleh seorang sekertaris dan penanggung jawab laboratorium. Selanjutnya terdapat anggota-anggota yang terdiri atas:

1. Rekan Peneliti yang terdiri dari Staf Pengajar Jurusan Fisika yang bergelar Doktor S3 atau yang memiliki jabatan akademis/golongan kepangkatan sekurang-kurangnya Lektor/IVa.
2. Asisten Peneliti yang terdiri dari staf yunior (Golongan III).
3. Mahasiswa peserta program S3, S2, dan S1, yang sedang menjalankan penelitiannya dalam rangka Tugas Akhir.

Setiap anggota KK Fisika Bumi dan Sistim Kompleks memiliki tugas dan tanggung jawab sebagai berikut:

1. Berpartisipasi dalam penyusunan program kerja dan penyelenggaraan kegiatan KK.
2. Menangani penelitian secara mandiri dalam satu atau lebih topik penelitian dalam KK.
3. Berpartisipasi dalam pengelolaan dan perawatan sarana KK dan laboratoium
4. Membimbing penelitian S2 dan S1, serta berpartisipasi dalam bimbingan penelitian S3

### Daftar Nama Staf KK Fisika Sistim Kompleks

No	Nama	Research interest	Jabatan	Keterangan
1	Lilik Hendrajaya	Inversi Gelombang & Pencitraan	Guru Besar	Tugas di HANKAM
2	The How Liong	Fisika Bencana Alam & Geoteknik	Guru Besar LB	
3	Doddy Sutarno	Induksi Elektromagnetik	Lektor Kepala	Ketua
4	Umar Fauzi	Fisika Batuan	Lektor Kepala	
5	Alamta Singarimbun	Fisika Bencana Alam & Geoteknik	Lektor Kepala	
6	Linus A. Pasasa	Inversi Gelombang & Pencitraan	Lektor Kepala	
7	Gunawan Handayani	Fisika Bencana Alam & Geoteknik	Lektor	Penanggung jawab Lab
8	Neny Kurniasih	Fisika Bencana Alam & Geoteknik	Lektor	
9	Bagus Endar	Inversi Gelombang & Pencitraan	Lektor	
10	Enjang J. Mustopa	Induksi Elektromagnetik	Lektor Kepala	Sekretaris
11	Wahyu Srigutomo	Induksi Elektromagnetik	Lektor Kepala	Wakil Penanggung jawab Lab
12	Nurhasan	Induksi Elektromagnetik	Asisten Akhli	
13	Acep Purqon	Fisika Bencana Alam & Geoteknik	Asisten Akhli	
14	Fourier	Fisika Batuan	Asisten Akhli	

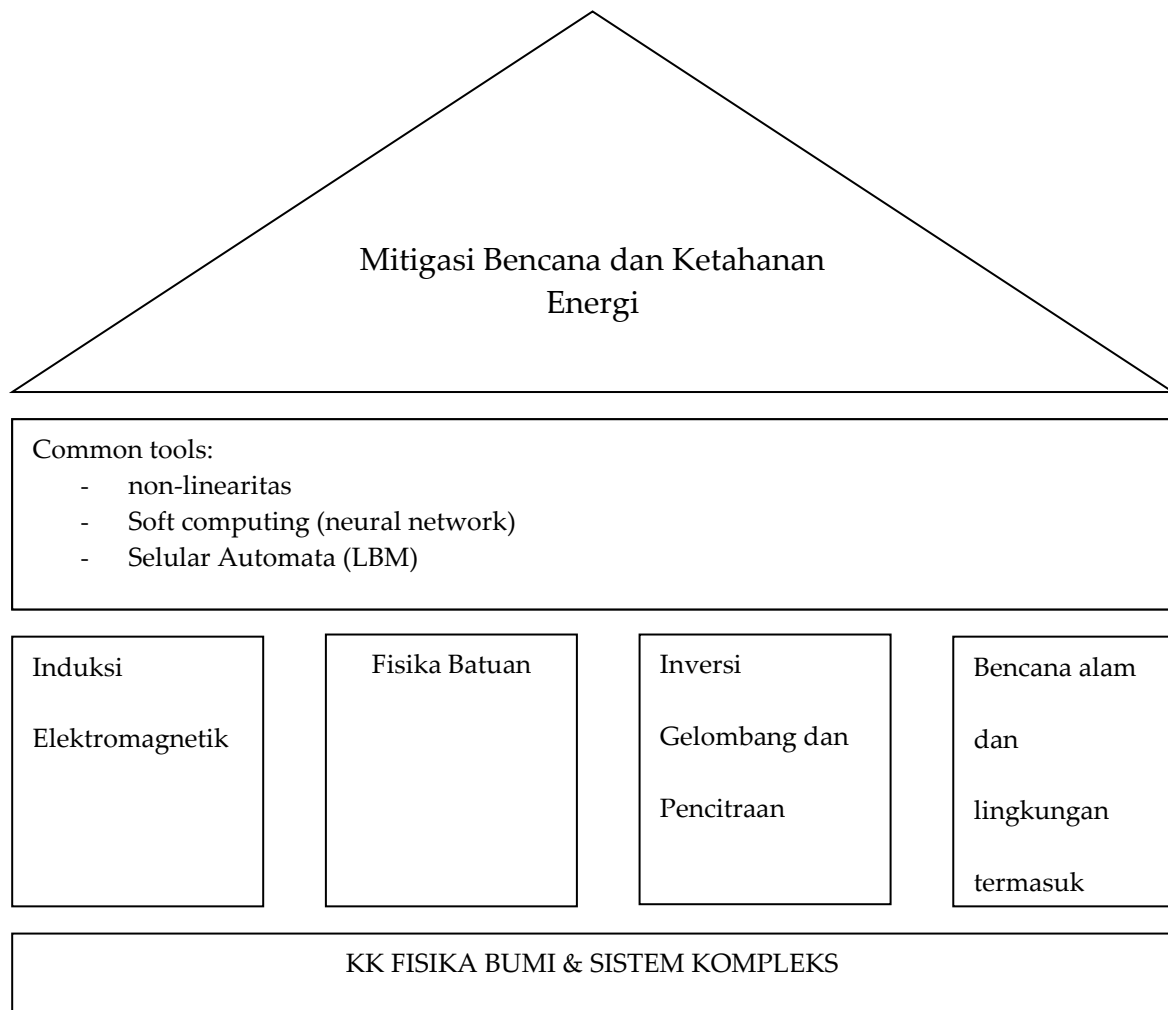
#### IV. Road Map Penelitian

##### 4.1. Common Research Interest

Secara umum research interest Kelompok Keahlian Fisika Bumi dan Sistim Kompleks difokuskan kepada pengembangan konsep pemodelan dan analisis sistim fisis melalui pendekatan sistim kompleks yang mencakup: pemodelan dan dinamika non linier, persoalan chaos dan juga fraktal. Selain itu, pengembangan metodologi pengukuran, pemrosesan dan analisis data fisis yang bersangkutan dengan kompleksitas diatas, seperti 'robust acquisition and processing' serta 'non linier prediction and inversion' juga menjadi perhatian utama bagi kelompok penelitian ini, disamping perancangan sistim peralatan yang bersangkutan.

Saat ini dan ke depan, umat manusia dihadapkan pada gejala alam yang berupa perubahan iklim dan konsekuensinya, serta kebutuhan akan energi yang semakin meningkat guna kelangsungan kehidupannya di muka bumi. Selain kedua hal tersebut, Indonesia sebagai negara kepulauan beriklim tropis yang berada pada jalur cicin api, selalu berada dalam ancaman bencana alam yang berupa erupsi gunung api, gempa bumi/tsunami selain banjir maupun longsor.

Dengan memperhatikan tantangan diatas, maka kegiatan riset di KK Fisika Bumi dan Sistim Kompleks secara umum akan ditekankan kepada upaya untuk ketahanan energi nasional dan mitigasi bencana alam. Secara garis besar, road map KK FBSK dapat digambarkan sebagai berikut:



## 4.2. *Special Research Interest*

### 4.2.1. *Induksi Elektromagnetik (EM)*

Saat ini metoda induksi EM digunakan dalam berbagai macam aplikasi yang luas. Mulai dari studi kerak bumi dan ‘upper mantle’ yang sangat dalam, aplikasi yang luas untuk eksplorasi minyak dan panas bumi sampai ke persoalan ‘epithermal gold’ dan logam dasar yang dangkal dan bahkan air tanah. Kegunaan metoda ini didaerah yang miskin data seismik dan pengaruhnya yang tidak merusak lingkungan merupakan bagian integral dari suatu kegiatan eksplorasi yang efektif dengan biaya minimum. Meskipun saat ini metoda EM telah merupakan teknik yang berguna dengan aplikasi-aplikasinya yang unik, namun masih ada persoalan penting dan sulit yang masih perlu dipecahkan. Pengalaman menunjukkan bahwa kemampuan kita dalam mengumpulkan, memproses dan menginterpretasi data EM dalam kondisi dan lingkungan struktur 3 dimensi yang kompleks masih perlu ditingkatkan. Disamping itu, karena penjalaran medan EM di dalam bumi (terutama untuk aplikasi yang dalam) didominasi oleh proses difusi, maka masalah penting lainnya bersangkutan dengan upaya untuk meningkatkan resolusi yang dihasilkan oleh metoda EM. Karena itu, fokus penelitian di bidang ini perlu diarahkan kepada pemecahan kedua permasalahan penting diatas.

Arena riset yang akan ditekuni oleh peminat di bidang ini mencakup pengembangan teori dan aplikasi induksi elektromagnetik, baik untuk studi kebumihan maupun eksplorasi. Subyek penelitian dibidang ini meliputi:

- Studi tentang pengaruh sumber-sumber non-uniform dalam induksi Elektromagnetik

- Rekonstruksi dan analisis tensor impedansi Elektromagnetik
- Formulasi “eigenstate” tensor impedansi Elektromagnetik
- Pendekatan “hybrid” elemen hingga dan integral langsung untuk pemodelan elektromagnetik 3-D
- Perancangan sistem akuisisi data elektromagnetik yang “robust”
- Pengembangan prosedur pemrosesan data EM yang “robust”
- Pengembangan metodologi inversi data elektromagnetik yang “robust”
- “Joint inversion” data-data Elektromagnetik dengan Resistivitas DC
- Aplikasi metoda EM untuk studi kebumihan, eksplorasi minyak bumi, gas alam dan geothermal serta mitigasi bencana alam.

#### 4.2.2. Fisika Batuan

Melakukan kajian aspek-aspek fisika dari batuan, khususnya batuan granular dan rekahan, serta porous media alam maupun buatan. Studi tentang sifat-sifat magnetik pada batuan (rock magnetism), mulai dari aspek-aspek fundamental secara fisis maupun geologis. Studi mencakup:

- Karakterisasi mikro-geometri batuan yang meliputi: Struktur pori, anisotropi, karakterisasi fraktal, rekonstruksi model batuan, perkolasi dan aliran fluida dalam batuan
- Estimasi besaran-besaran fisika batuan yang meliputi: estimasi porositas, permeabilitas, konduktivitas listrik dan panas, kecepatan penjalaran gelombang seismik dan dielektrisitas
- Identifikasi pengisi pori batuan yang meliputi konduktivitas listrik, parameter elastik dan saturasi

#### 4.2.3. Inversi Gelombang dan pencitraan fluida bawah permukaan

Subyek penelitian di bidang minat ini mencakup inversi dan pemrosesan gelombang untuk pencitraan fluida bawah permukaan serta instrumentasi untuk seismik tomografi dan fisika batuan.

#### 4.2.4. Fisika Bencana Alam dan Geoteknik

Melakukan kajian aspek-aspek fisika tentang sistem cuaca dan iklim global serta sistem hidrotermal magmatik dan struktur termal di bawah gunung berapi. Subyek penelitian di bidang minat ini juga mencakup disain dan instrumentasi sistem peringatan dini bencana alam seperti: tsunami, gempa bumi dan tanah longsor disamping instrumentasi untuk pengujian, perawatan dan deteksi kerusakan pada bangunan sipil.

## V. Program Penelitian yang sedang berlangsung

1. Borehole camera untuk investigasi sumur/lubang bor
2. Pengembangan Prediksi Cuaca Ekstrem dan Modifikasi Cuaca
3. Pemodelan respon EM (MT, CSAMT, TEM) untuk struktur geologi yang kompleks
4. Pengembangan Prosedur Robust untuk Akuisisi, Pemrosesan dan Inversi data Elektromagnetik.
5. ....