

SIMULASI CUACA DAERAH PADANG

Dadang Subarna

Peneliti Bidang Pemodelan Iklim, LAPAN
E-mail:dangsub@yahoo.com

RINGKASAN

Daerah Padang dan sekitarnya merupakan daerah pantai yang kondisi cuacanya sangat dipengaruhi oleh laut di sebelah barat dan rangkaian pegunungan Bukit Barisan di sebelah timur, sehingga angin darat dan angin laut akan mendominasi perubahan cuaca di sekitar daerah Padang. Oleh karena itu, model cuaca regional perlu dikaji untuk kepentingan prakiraan cuaca secara akurat untuk daerah tersebut. *Weather And Research Forecasting* (WRF) atau prakiraan dan riset cuaca adalah model cuaca generasi baru yang dikembangkan sebagai hasil kerjasama antara NCAR divisi *Mesoscale and Microscale Meteorology* (MMM) dan NOAA serta kolaborasi dari sejumlah ilmuwan. Model diperuntukan baik untuk lingkungan riset maupun operasional yang dilengkapi dengan studi dinamika secara ideal, prediksi cuaca numerik dengan fisis secara penuh, simulasi kualitas udara dan iklim regional. Model WRF didesain sangat fleksibel, *state of art* dan *portable* untuk bermacam-macam lingkungan komputasi dan modular sehingga dapat dikonfigurasi sesuai kepentingan riset maupun operasional.

1 PENDAHULUAN

Model-model simulasi cuaca didasarkan pada *first principle* yaitu proses-proses yang terjadi di atmosfer dapat dikembalikan ke formulasi hukum-hukum fisika dasar, baik dinamika maupun fisisnya. Model-model simulasi cuaca ini telah menjadi *tool* yang penting dalam meteorologi operasional dan riset selama 30 tahun terakhir.

Weather Research Forecasting (WRF) merupakan model cuaca yang dikembangkan oleh *National Cooperation Atmospheric Research* (NCAR) pada divisi *Mesoscale and Microscale Meteorology* (MMM) yang merupakan generasi masa depan model prediksi cuaca skala meso dan sistem asimilasi data yang saat ini sudah menggantikan model NAM-Eta di Amerika Serikat untuk keperluan operasional. Model WRF didesain untuk menjadi fleksibel, *state of the art*, *portable* untuk bermacam lingkungan komputasi paralel dan modular sehingga dapat dikonfigurasi untuk kepentingan riset ataupun operasional. Prinsip komponen sistem WRF tertuang dalam konsep *WRF Software Framework* (WSF) yang menyediakan infrastruktur untuk mengakomodasi penyelesaian atau solusi banyak penyelesaian dinamika (*multiple dynamics*

solvers) (Widiatmoko, dkk, 2006).

Persamaan fisika dapat dimasukkan (*plugin*) pada bagian antarmuka fisik standar, program inialisasi dan sistem WRF Variasional asimilasi data (*WRF-Var*). Pada saat ini WSF terbagi menjadi dua bagian penyelesaian dinamika (*dynamics solvers*) yaitu *Advanced Research WRF* (ARW) yang dikembangkan oleh NCAR, dan *Nonhydrostatic Mesoscale Model* (NMM) oleh NCEP yang didukung oleh komunitas *Developmental Testbed Center* (DTC). Karena keterbatasan kemampuan komputasi menyebabkan masalah-masalah fisika cuaca tak terpecahkan, maka tidak mungkin menggunakan hanya satu tipe model yang dapat menangkap cukup fenomena pada semua skala.

Dengan demikian, model-model spesifik telah dikembangkan untuk gerakan cuaca pada skala tertentu. Salah satu sisi pada spektrum skala adalah model sirkulasi umum hidrostatis (GCM), bekerja pada resolusi yang kasar (yaitu 200 km) dengan parameterisasi yang signifikan pada proses-proses *subgrid*.

GCM didesain untuk menyelidiki evolusi cuaca skala luas dan lama. Di sisi lain dari spektrum model terdapat model skala awan non-hidrosatik (100 meter atau kurang) yang

secara eksplisit menghitung semua proses-proses fisis dan dinamikanya.

Untuk keperluan prakiraan cuaca yang merupakan suatu tugas kompleks dan sukar, maka model WRF ini memberikan solusi yang cukup baik dan murah. Bagi instansi atau pihak-pihak yang memberikan layanan informasi tersebut, model WRF dapat memberikan pilihan yang fleksibel mulai dijalankan pada komputer PC tersendiri atau dengan berkelompok secara sistem kluster dan paralel.

Di antara parameter-parameter data cuaca dan iklim yang dapat diprakirakan, parameter curah hujan merupakan parameter yang paling sukar diprakirakan, karena curah hujan melibatkan berbagai parameter data cuaca lainnya seperti suhu, kecepatan angin, tekanan, kelembaban dan sebagainya. Curah hujan di dalam model numerik seringkali disebut parameter diagnostik, karena tidak secara eksplisit terdapat dalam persamaan-persamaan diferensial dari model tersebut. Untuk prakiraan keadaan masa datang sirkulasi cuaca dari pengetahuan keadaan saat ini yaitu dengan menggunakan persamaan-persamaan

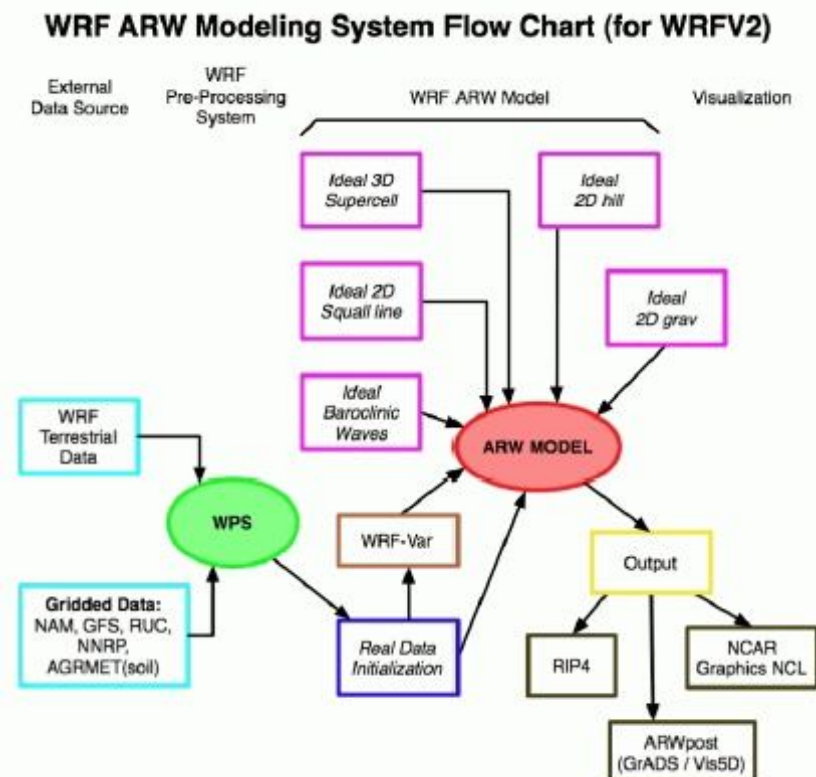
dinamik baik terhadap ruang maupun waktu. Kemudian dilengkapi dengan beberapa komponen seperti:

- Keadaan awal cuaca dan syarat batas,
- Sekumpulan persamaan-persamaan prediksi yang saling terkait yang menghubungkan variabel-variabel medan,
- Suatu metode integrasi persamaan-persamaan tersebut dalam waktu untuk memperoleh keadaan masa datang dari variabel-variabelnya.

Keadaan awal dan syarat batas merupakan komponen dari sumber data luar yang dipersiapkan dalam sistem pra-pengolahan untuk inialisasi model cuaca tersebut.

Sekumpulan persamaan-persamaan prediksi terdapat dalam WRF-ARW model dengan berbagai pilihan sesuai dengan fenomena yang akan dikaji. Kemudian persamaan-persamaan ini diselesaikan dengan metode beda hingga, lalu hasilnya dapat divisualisasi dengan berbagai program tampilan seperti NCAR Graphic NCL, RIP4, Grads dan lain-lain.

Blok diagram dari model WRF pada versi 2 adalah seperti terlihat pada Gambar 1-1.



Gambar 1-1: Blok diagram dari model *Weather Research Forecasting* (WRF) versi 2 (sumber: *User's Guide ARW Version 2.2 Modeling System*, NCAR)

Sebagaimana diperlihatkan dalam diagram, sistem pemodelan WRF terdiri dari sub program utama berikut:

- Sistem Pre-processing WRF (WPS),
- WRF-Var,
- Pemecahan ARW,
- Tool-tool Post-processing.

1.1 WPS

Program ini digunakan utamanya untuk simulasi data *real*. Fungsinya meliputi:

- Pendefinisian domain-domain simulasi,
- Penginterpolasian data terrestrial (seperti: *terrain, land use* dan jenis-jenis tanah) untuk domain simulasi,
- *Degribbing* dan interpolasi data meteo dari model yang lainnya untuk domain simulasi ini.

1.2 WRF-Var

Program ini merupakan program pilihan, tetapi dapat digunakan untuk *ingest* pengamatan ke dalam analisa yang ter-interpolasi yang dibuat oleh WPS. Ini juga dapat digunakan untuk meng-*update* syarat awal model WRF ketika model WRF dijalankan dalam mode siklus.

1.3 Pemecah WRF (WRF Solver)

Merupakan komponen kunci dari sistem pemodelan yang tersusun dari beberapa program inisialisasi untuk simulasi ideal dan simulasi data *real* dan program integrasi numerik. Ini juga meliputi satu program untuk mengerjakan *1-way nesting*.

2 METODE DAN DATA

Gambaran matematik dalam prakiraan model numerik cuaca secara bentuk sederhana adalah:

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = F(A) \quad (2-1)$$

A adalah sama dengan perubahan dalam variabel-variabel prakiraan pada suatu titik tertentu dalam ruang. t adalah sama dengan

perubahan dalam waktu (seberapa jauh ke masa mendatang kita prakirakan), sedangkan F(A) menggambarkan suku-suku yang dapat menyebabkan perubahan dalam nilai A.

Sehingga persamaan (2-1) dapat diungkapkan dengan bahasa yang sederhana sebagai perubahan dalam variabel-variabel prakiraan A selama periode waktu t sama dengan efek-efek kumulatif dari semua proses yang memaksa A untuk berubah.

Dalam model numerik cuaca nilai-nilai yang akan datang dari variabel-variabel meteorologi dipecahkan dengan menemukan nilai awalnya dan menambahkan *forcing* fisis yang beraksi pada variabel-variabel pada periode waktu prakiraan. Hai ini diungkapkan sebagai:

$$A_{\text{prakiraan}} = A_{\text{awal}} + F(A)\Delta t \quad (2-2)$$

Dimana F(A) berarti kombinasi dari semua jenis *forcing* yang dapat muncul.

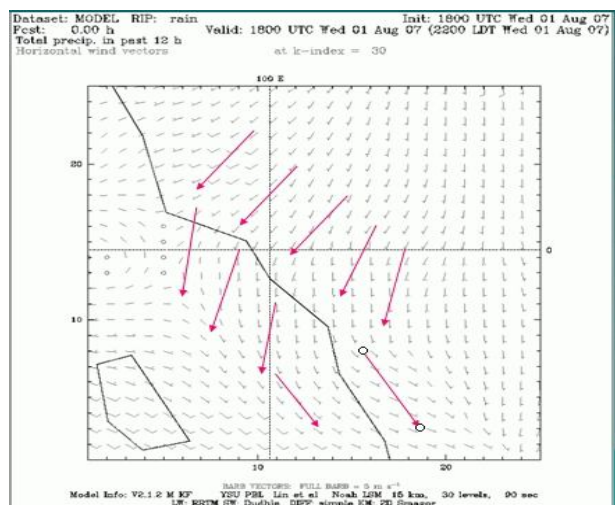
Model-model spektral juga didasarkan pada persamaan primitif, tetapi formulasi matematika dan solusi numeriknya sangat berbeda dari model titik *grid* untuk beberapa variabel-variabel prakiraan. Teknik spektral dikembangkan sebagai peningkatan dari bertambahnya laju dan perkembangan resolusi model global. Meskipun teknik-teknik ini dapat diadaptasikan pada masalah-masalah prakiraan model area terbatas (*regional*).

Satu hal yang tak kalah pentingnya adalah sistem asimilasi data. Sistem asimilasi data adalah suatu prosedur yang kompleks dimana parameter-parameter meteorologi pengamatan dikonversi ke variabel-variabel prakiraan dan dicampur dengan prakiraan jangka pendek dari menjalankan model sebelumnya untuk menghasilkan syarat-syarat awal yang digunakan untuk memulai prakiraan baru yang telah termodifikasi dengan data pengamatan. Sistem asimilasi data mencoba untuk menemukan medan-medan awal dari variabel-variabel prakiraan yang akan melakukan optimisasi keakuratan prakiraan didasarkan pada ketersediaan data.

Untuk menjalankan model WRF ini diperlukan data untuk syarat awal dan syarat batas yang didapat dari *Global Forecasting System* yang operasional untuk keperluan penerbangan internasional. Data ini telah terasimilasi dengan data pengukuran terkini dan atau dengan data satelit.

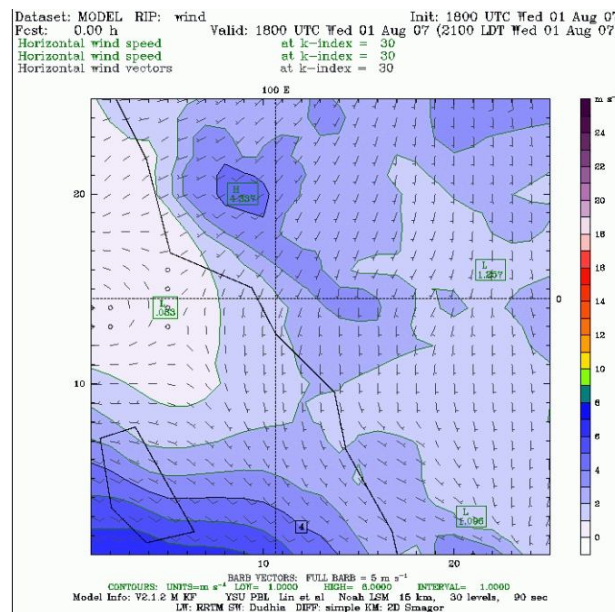
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi model cuaca untuk variabel presipitasi dan di *overlay* dengan vektor angin pada daerah Padang dan sekitarnya pada jam 18.00 UTC atau pada jam 01.00 waktu setempat, terlihat pada Gambar 3-1.



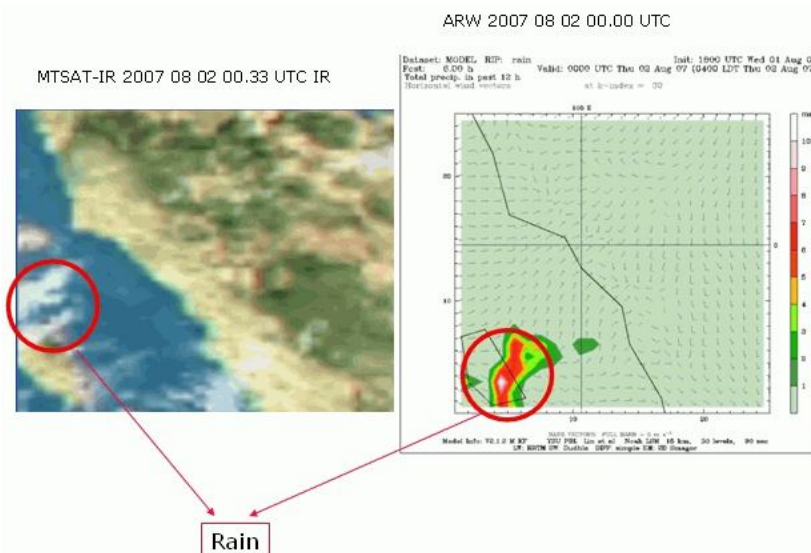
Gambar 3-1: Hasil simulasi model cuaca untuk variabel angin pada jam 01.00 waktu setempat, didominasi oleh angin darat (*land breeze*)

Pada jam 01.00 waktu setempat angin didominasi oleh angin darat yang bertiup dari Bukit Barisan menuju arah lautan, kemudian bertemu dengan angin dari arah Kepulauan Mentawai dan berbelok ke arah tenggara. Laju atau besarnya kecepatan angin berada pada jangkauan antara 0.083 m/dt sampai dengan 6 m/dt seperti dapat terlihat pada Gambar 3-2.



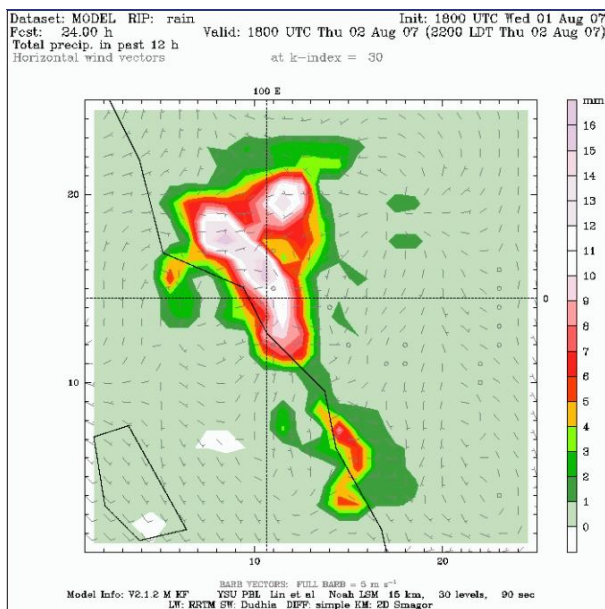
Gambar 3-2: Laju atau besarnya kecepatan angin berada pada jangkauan antara 0.083 m/dt sampai dengan 6 m/dt

Sedangkan untuk curah hujan serta komparasinya dengan satelit, terlihat pada Gambar 3-3.



Gambar 3-3: Komparasi antara hasil simulasi model cuaca (WRF) dengan satelit untuk variabel presipitasi pada jam 14.00 UTC

Pembentukan awan dan hujan dimulai pada pagi hari yaitu angin laut yang panas dan mengandung uap air bertiup ke daratan dan bertemu dengan angin darat dari Bukit Barisan. Sepanjang pertemuan angin ini terbentuk pita awan dan hujan yang puncaknya terjadi pada malam hari pukul 01.00 waktu setempat, seperti terlihat pada Gambar 4-4.



Gambar 4-4: Pertemuan dua masa udara yang bertiup dari laut (*sea breeze*) dan dari darat (*land breeze*) membentuk pita awan dan hujan sepanjang daerah Padang dan sekitarnya

4 KESIMPULAN

Model cuaca merupakan representasi yang lebih sederhana dari cuaca yang

sesungguhnya, dalam bentuk persamaan-persamaan matematis dari fisika dan dinamika yang saling berhubungan, yang merepresentasikan proses-proses di dalam atmosfer. Rangkaian persamaan ini biasanya diselesaikan dengan bantuan komputer. Dari hasil simulasi menggunakan model cuaca *Weather Reseach and Forecasting* (WRF) pada domain daerah Padang dan sekitarnya menunjukkan hasil yang memuaskan.

Kota Padang dan sekitarnya merupakan daerah pantai yang kondisi cuacanya sangat dipengaruhi oleh laut di sebelah barat dan rangkaian pegunungan Bukit Barisan di sebelah timur. Sehingga angin darat dan angin laut akan mendominasi perubahan cuaca daerah Padang dan sekitarnya.

DAFTAR RUJUKAN

- COMET programme, 2008. <http://www.comet.ucar.edu>, download Februari.
- Mobile Weather Inc, 2008. <http://www.mobileweather.com>, download Februari.
- Wang, et al, 2007, "User's Guide ARW Version 2.2 Modeling System", National Center for atmospheric research NCAR.
- Widiyatmoko, et al 2006, Prosiding Semiloka Teknologi Simulasi dan Komputasi serta Aplikasinya", BPPT 2006.