

**PEMANFAATAN *DATABASE ONLINE* CUACA UNTUK
PRAKIRAAN BERESOLUSI TINGGI**

TESIS



Oleh:
WIDO HANGGORO
1011601091

**PROGRAM STUDI: MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
2013**

PEMANFAATAN DATABASE *ONLINE* CUACA UNTUK PRAKIRAAN BERESOLUSI TINGGI

TESIS

Diajukan sebagai salah satu persyaratan
untuk mendapatkan gelar Magister Ilmu Komputer (MKOM)



Oleh:
WIDO HANGGORO
1011601091

**PROGRAM STUDI: MAGISTER ILMU KOMPUTER (MKOM)
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS BUDI LUHUR**

**JAKARTA
2013**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Wido Hanggoro
NIM : 1011601091
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Fakultas : Ilmu Komputer

menyatakan bahwa TESIS yang berjudul:

PEMANFAATAN *DATABASE ONLINE* CUACA UNTUK PRAKIRAAN
BERESOLUSI TINGGI

1. merupakan hasil karya tulis ilmiah sendiri dan bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik oleh pihak lain,
2. saya ijin untuk dikelola oleh Universitas Budi Luhur sesuai dengan norma hukum dan etika yang berlaku.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab dan saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai aturan apabila di kemudian pernyataan ini tidak benar.

Jakarta, 11 Juni 2013



Wido Hanggoro

LEMBAR PENGESAHAN

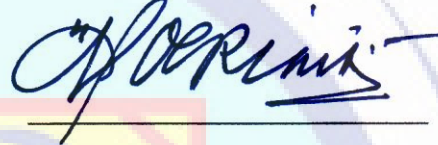
Nama : Wido Hanggoro
NIM : 1011601091
Bidang Peminatan : Rekayasa Komputasi Terapan
Jenjang Studi : Strata 2
Judul : PEMANFAATAN *DATABASE ONLINE* CUACA
UNTUK PRAKIRAAN BERESOLUSI TINGGI

Jakarta, 11 Juni 2013

Tim Penguji:

Tanda tangan:

Ketua,
Dr. Ir. Moedjiono, M.Sc



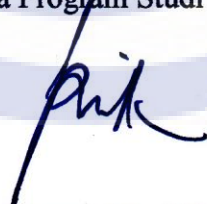
Anggota,
Hadi Syahril, M.Kom



Pembimbing utama,
Dr. Ir. Nazori AZ, MT.



Ketua Program Studi



Dr. Ir. Nazori AZ., MT.

ABSTRAK

Akurasi, kecepatan serta informasi yang tepat bagi pengguna yang mempunyai kebutuhan yang berbeda-beda merupakan hal dasar yang harus disediakan bagi setiap penyedia informasi cuaca. Merupakan suatu keharusan apabila setiap penyedia informasi cuaca sanggup menyediakan informasi yang dapat diakses dengan cepat serta mudah dipahami bagi semua kalangan. Salah satu metode penyebaran informasi yang efektif adalah menggunakan media *internet*. Dalam penelitian ini dilakukan kajian tentang pembuatan sebuah aplikasi berbasis *web* yang memanfaatkan data-data prediksi cuaca keluaran model NWP yang mempunyai resolusi tinggi dengan memanfaatkan aplikasi-aplikasi yang bersifat *free* dan *open-source*. Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan menyiapkan *database* data-data keluaran model NWP secara *online* menggunakan *Grads Data Server* agar dapat diakses dengan mudah melalui jaringan *internet*. Tahapan selanjutnya adalah merancang sebuah protipe aplikasi berbasis *web* menggunakan PHP2GrADS yang memanfaatkan data-data *online* tersebut. Tiga buah pengujian (*black-box testing*, *User Acceptance Test* dan *load and stress test*) dilakukan untuk mendapatkan evaluasi tentang aplikasi yang sedang dibuat. Hasil uji *black-box* didapat bahwa rata-rata 94% pengguna menyatakan aplikasi tersebut dapat memberikan hasil pengujian sesuai dengan yang diharapkan, walaupun ada beberapa hal seperti fitur informasi bantuan serta desain aplikasi yang belum terpenuhi berdasarkan pengujian UAT. Sedangkan hasil uji *load and stress test* menggunakan aplikasi WAPT didapat masih terdapat error pada jaringan (sekitar 1%) pada simulasi pengujian yang dilakukan. Pengujian tersebut juga menunjukkan adanya kejenuhan pada sistem apabila aplikasi tersebut diakses oleh 20 pengguna secara bersamaan.

Kata Kunci: *PC-Cluster*, *Numerical Weather Prediction*, *Grads Data Server*, *Grads to PHP*, Informasi cuaca

ABSTRACT

Accuracy, speed and appropriate information are three major service components which should provide by weather information provider. Furthermore, quick access and plausible information is a must. By using the internet media dissemination of information can be done effectively. The purpose of this project was to build web-based application that serve high-resolution weather prediction data by utilizing free and open-source software. The first step is to build the application that can provide online database which can be accessed through the internet using GrADS Data Server. The next stage is to build a prototype web-based application using PHP2GrADS that exploiting the online database. Three major testing (black-box testing, User Acceptance Test and load and stress test) was performed to obtain an evaluation of the application. Black-box test found approximately 94% of user's review that the application can give results as expected, although there are a few things such as help assistance features and application design that has not been fulfilled by UAT testing. While load and stress test simulation using WAPT, gained that accessing the application through network still performed an error (approximately 1%). The test also showed the presence of saturation on the system when the application is accessed by 20 users simultaneously.

Keywords: PC-Cluster, Numerical Weather Prediction, Grads Data Server, Grads to PHP, Weather Information

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT pemilik semua ilmu atas terselesaikannya tesis yang berjudul “Pemanfaatan *Database Online* Cuaca Untuk Prakiraan Beresolusi Tinggi”. Penyusunan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Komputer (MKOM) pada Program Studi Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur.

Tesis ini berisi informasi tentang *DATABASE ONLINE CUACA* khususnya membahas tentang aplikasi *web-based* data-data prakiraan cuaca yang diperoleh dari keluaran model *Numerical Weather Prediction* (NWP). Hal tersebut mendukung tugas pokok dan fungsi BMKG pusat pelayanan data dan informasi di bidang meteorologi, klimatologi, dan geofisika.

Ucapan terima kasih penulis berikan atas bantuan, bimbingan, serta dorongan semangat kepada semua pihak yang telah membantu mewujudkan keinginan penulis. Oleh sebab itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Moedjiono, M.Sc., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Budi Luhur;
2. Bapak Dr. Ir. Nazori, AZ., MT., selaku Dosen pembimbing;
3. Bapak/Ibu Dosen Magister Ilmu Komputer Universitas Budi Luhur;
4. Rekan-rekan kuliah angkatan 2011 dan Puslitbang BMKG;
5. Orangtua serta keluarga penulis atas doa dan bimbingannya selama ini;
6. Osiana, istri, pendamping serta sahabat;
7. Anak-anakku sebagai inspirasi dan sumber keceriaan, Mahira dan Ghazi;
8. Pihak-pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari sempurna oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun sangat diharapkan. Akhirnya penulis berharap semoga sepenggal tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Jakarta, Juni 2013

Penulis

LEMBAR PERSEMBAHAN

Untuk istri dan anak-anakku tercinta

Osiana, Mahira Carstenszia Hanggoro, dan Muhammad Ghazi Hanggoro

~ sayang kalian selalu ~



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Masalah Penelitian	2
1.2.1. Identifikasi Masalah	2
1.2.2. Batasan Masalah	2
1.2.3. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.3.1. Tujuan Penelitian	3
1.3.2. Manfaat Penelitian	3
1.4. Sistematika Penulisan	3
1.5. Definisi Istilah	4
BAB II LANDASAN PEMIKIRAN	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. <i>Numerical Weather Prediction</i>	5
2.1.2. <i>PC Cluster</i>	6
2.1.3. <i>Weather Research and Forecasting EMS</i>	8
2.1.4. <i>GrADS Data Server</i>	11
2.1.5. <i>PHP GrADS</i>	13
2.2. Tinjauan Studi	14
2.2.1. <i>NOMADS Project</i>	14
2.2.2. <i>GrADS-DODS Server</i>	15
2.2.3. <i>THREDDS</i>	16
2.2.4. <i>DAPPER</i>	17
2.2.5. <i>ERDDAP</i>	17
2.2.6. <i>Climate Explorer</i>	17
2.2.7. <i>MARS</i>	18
2.3. Tinjauan Objek Penelitian	20
2.3.1. Tinjauan Organisasi BMKG	20
2.3.2. Visi, Misi, Tujuan dan Sasaran Puslitbang BMKG	22
2.3.3. Kondisi Saat Ini	23
2.4. Pola Pikir	24
2.5. Hipotesis	25

BAB III DESAIN PENELITIAN	26
3.1. Metode Penelitian.....	26
3.2. Pemilihan Sampel.....	26
3.3. Metode Pengumpulan Data	27
3.3.1. Studi Pustaka	27
3.3.2. Data-data Model NWP	27
3.4. Instrumentasi	28
3.5. Langkah-langkah Penelitian	28
3.6. Jadwal Penelitian.....	32
BAB IV ANALISIS, INTEPRETASI DAN IMPLIKASI PENELITIAN	33
4.1. Manajemen Data.....	33
4.2. Struktur Data	34
4.3. Analisis Sistem	36
4.3.1. <i>Use case</i>	36
4.3.2. <i>Activity Diagram</i>	43
4.3.3. <i>Sequence Diagram</i>	45
4.3.4. <i>Deployment Diagram</i>	46
4.4. Perancangan Sistem.....	47
4.4.1. Arsitektur Sistem.....	47
4.4.2. Rancangan Sistem <i>Database</i>	48
4.4.3. Rancangan Desain Aplikasi	49
4.5. Implementasi Sistem	50
4.5.1. Spesifikasi Perangkat Keras	50
4.5.2. Spesifikasi Perangkat Lunak	51
4.5.3. Implementasi Program	51
4.6. Pengujian Sistem	58
4.6.1. <i>Black-Box Testing</i>	59
4.6.2. <i>User Acceptance Test (UAT)</i>	60
4.6.3. <i>Stress Test and Load Test</i>	60
4.7. Hasil Penelitian.....	63
4.8. Rencana Implementasi	64
4.9. Implikasi Penelitian.....	65
4.9.1. Aspek Sistem.....	65
4.9.2. Aspek Manajerial	66
4.9.3. Aspek Penelitian Lanjutan	66
BAB V PENUTUP	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	72
RIWAYAT HIDUP.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II.1. Ilustrasi kesetaraan kebutuhan observasi, teori, dan model dalam bidang atmosfer.....	5
II.2. Ilustrasi tentang <i>PC Cluster</i>	7
II.3. Bagan aliran data dan proses pada WRF EMS	9
II.4. Bagan alur kerja GDS	11
II.5. Contoh <i>scripting</i> GrADS dalam PHP	14
II.6. Struktur organisasi BMKG	22
II.7. Pola pikir pemecahan masalah	24
III.1. Skema pengambilan data	27
III.2. Langkah-langkah penelitian	29
IV.1. Tampilan <i>website</i> GDS	33
IV.2. Struktur data	35
IV.3. Fitur visualisasi data	37
IV.4. Fitur pengunduhan data	39
IV.5. Fitur informasi ketersediaan data	41
IV.6. Pengelolaan sistem	42
IV.7. <i>Activity diagram user</i>	44
IV.8. <i>Activity diagram administrator</i>	45
IV.9. <i>Sequence diagram</i>	46
IV.10. <i>Deployment diagram</i>	46
IV.11. Arsitektur sistem.....	47
IV.12. Struktur file konfigurasi *.xml	49
IV.13. Desain antar muka	50
IV.14. <i>Average page loading time</i>	61
IV.15. <i>Byte sent and received logs</i>	62
IV.16. <i>Error logs</i>	62
IV.17. <i>Overall performance</i>	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Spesifikasi dan kegunaan <i>PC Cluster</i> yang digunakan di dunia.....	6
II.2. Beberapa institusi yang menggunakan GDS.....	12
II.3. Ringkasan penelitian terkait.....	19
III.1. Spesifikasi data yang digunakan.....	26
III.2. Spesifikasi perangkat keras.....	28
III.3. Spesifikasi perangkat lunak	28
III.4. Jadwal penelitian.....	32
IV.1. <i>Data lifetime</i>	34
IV.2. Kombinasi dimensi dengan hasil yang ditampilkan	35
IV.3. <i>Use case</i> menampilkan parameter cuaca tanpa variabel <i>varying</i>	37
IV.4. <i>Use case</i> menampilkan parameter cuaca dengan satu variabel <i>varying</i>	38
IV.5. <i>Use case</i> menampilkan parameter cuaca dengan dua variabel <i>varying</i>	38
IV.6. <i>Use case</i> menampilkan parameter cuaca dengan tiga variabel <i>varying</i>	38
IV.7. <i>Use case</i> menampilkan parameter cuaca dengan empat variabel <i>varying</i> .	39
IV.8. <i>Use case</i> mengunduh parameter cuaca dengan satu variabel <i>varying</i>	40
IV.9. <i>Use case</i> mengunduh parameter cuaca dengan dua variabel <i>varying</i>	40
IV.10. <i>Use case</i> mengunduh parameter cuaca dengan tiga variabel <i>varying</i>	40
IV.11. <i>Use case</i> mengunduh parameter cuaca dengan empat variabel <i>varying</i> ...	41
IV.12. <i>Use case</i> menampilkan informasi ketersediaan data pada server GDS.....	41
IV.13. <i>Use case login</i>	42
IV.14. <i>Use case</i> pengelolaan <i>database</i> GDS	43
IV.15. <i>Use case</i> pengelolaan performa	43
IV.16. <i>Use case</i> pengelolaan <i>repository file request</i>	43
IV.17. Spesifikasi perangkat keras	50
IV.18. Spesifikasi perangkat lunak	51
IV.19. <i>Black-box testing</i>	59
IV.20. Pengujian <i>user acceptance test</i>	60
IV.21. Rencana implementasi	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. Kode program utama.....	72
B. Kode program menyatukan gambar	85
C. Kode program GrADS2PHP	89
D. Contoh file *.xml GrADS Data Server	93
E. Kuesioner <i>user acceptance test</i>	97



DAFTAR PUSTAKA

- [ALPERT 2004] Alpert, J. C., and J. Wang. *The Real Time NOMADS Project: Access to Operational Model Data and Value Added Products*. Proc. 20th Conf. on Interactive Information Processing Systems (IIPS) for Meteorology, Oceanography, and Hydrology. Seattle, WA, Amer. Meteor. Soc. 2004.
- [ARW 2012] ARW. *Advance Research Weather*. <http://www.wrf-model.org/index.php>. (Diakses Tanggal 13 Agustus 2012).
- [BAKER 1999] Baker, M., and Buyya, R. *Cluster Computing: The Commodity Supercomputer*. Soft. Pract. Exper. 29(6)(1999). 551-576.
- [BECK 2001] Beck, K. *Extreme Programming Explained: embrace change*. Addison-Wesley professional. 2001.
- [BMKG 2011] BMKG, *Sejarah Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, bmkgo.id, 2011. http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Profil/Sejarah.bmkg (Diakses 11 November 2012).
- [BOOCH 1998] Booch, G. Rumbaugh, J. Jacobson, I. *The Unified Modeling Language User Guide*. Addison Wesley. 1998.
- [DHARWIYANTI 2003] Dharwiyanti, S. Wahono, R.S. *Pengantar Unified Modeling Language (UML)*. <http://setia.staff.gunadarma.ac.id/>. (Diakses tanggal 5 Desember 2012)
- [DOMENICO 2002] Domenico, B. *THematic Real-time Environmental Distributed Data Services (THREDDS)*. Unidata Program Center. Univ. Corporation for Atmospheric Research. Boulder, CO. 2002.
- [FARLEY 2005] Farley, D. L. *Performance Comparison of Mainframe, Workstations, Cluster, and Desktop Computers*, Technical Report NASA/TM-2005- 213505, National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2005.
- [FOWLER 1999] Fowler, M. Scott, K. *UML Distilled Second Edition A Brief Guide to the Standart Object Modeling Language*. Addison Wesley. 1999
- [GDS 2012] GDS. *GrADS Data Server*. <http://www.iges.org/grads/gds/index.html>. (Diakses Tanggal 10 Oktober 2012).
- [GRADS 2012] GRADS. *Grid Analysis and Display System*. www.iges.org/grads. (Diakses Tanggal 10 Oktober 2012).
- [GROOP 1996] Gropp, W., Lusk, E., Doss, N. and Skjellum, A. *A High-Performance Portable Implementation of the MPI Message Passing Interface Standard*. Parallel Computing. 22 (1996) 789-829.
- [HANGGORO 2009] Hanggoro, W. *PC Clustering Untuk Keperluan Numerical Weather Prediction*, Prosiding Seminar Scientific Jurnal Club, Edisi ke 4(2009). 84 – 94.

- [HANGGORO 2012] Hanggoro, W. Harmoko, I.W., Widyarto, S. *Pendistribusian Data Numerical Weather Prediction (NWP) dengan GrADS Data Server*. Seminar Nasional Informatika. Yogyakarta. 2012.
- [HPC 2009] HPC Advisory Council Weather Research and Forecast (WRF) Model. *Performance and Profiling Analysis on Advanced Multi-core HPC Clusters*. 2009.
- [IEEE 1986] IEEE, "ANSI/IEEE Standard 1008-1987, IEEE Standard for Software Unit Testing," no., 1986.
- [IQBAL 2009] Iqbal, M. Tawakal, Hadi, W., Trihardi, E. *Pembangunan Database BMKG*. Prosiding Seminar Scientific Jurnal Club, Edisi ke 4(2009). Hal 61-74.
- [JASON 2000] Jason, N. Rogers, G. *Cluster and Node Architecture*. 2000. <http://www.cloudbus.org/~raj/csc433/ClusterNodeArch.pdf>. (Diakses Tanggal 20 Juni 2012)
- [KEP03 2009] BMKG, *Kep.003 Tahun 2009 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Badan Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, BMKG, Jakarta, 2009.
- [LYNCH 2006] Lynch, Peter. *The Fundamental Equations: The Emergence of Numerical Weather Prediction*. Cambridge University Press. 2006.
- [NMM 2012] NMM. *Non-Hidrostatic Mesoscale Model*. <http://www.dtcenter.org/wrf-nmm/users/>. (Diakses Tanggal 5 September 2012).
- [NOAA 2013] NOAA. *The History of Numerical Weather Prediction*. 2006. http://celebrating200years.noaa.gov/foundations/numerical_wx_pred/welcome.html. (Diakses tanggal 12 Januari 2013)
- [OLDENBORGH 2012] Oldenborgh, V. Geert Jan. *KNMI Climate Explorer: a web-based research tool for high-resolution paleoclimatology*. Journal Tree Ring Research. 2012.
- [RAOULT 2002] Raoult, B. *MARS, ECMWF's Meteorological Archive: Experience in managing a large archive*. www.vds.cnes.fr/manifestations/PV2002/DATA/1-5_raoult.pdf. (Diakses tanggal 21 April 2012).
- [ROZUMALSKI 2010] Rozumalski, R.A., *A Nearly Complete Guide to the WRF EMS V3*. NOAA/NWS National SOO Science and Training Resource Coordinator. Boulder Colorado. 2010.
- [SHAINER 2009] Shainer, G., Liu, T., Michalakes, J., Liberman, J. *Weather Research and Forecast (WRF) Model Performance and Profiling Analysis on Advanced Multi-core HPC Clusters*. The 10th LCI International Conference on High-Performance Clustered Computing. Boulder, CO. 2009.
- [SIMON 2011] Simon, R.A. *ERDDAP - The Environmental Research Division's Data Access Program*. <http://coastwatch.pfeg.noaa.gov/erddap>. Pacific Grove, CA: NOAA/NMFS/SWFSC/ERD. (Diakses tanggal 5 Februari 2012)
- [SIROTT 2004] Sirott, J. Donald, W. Denbo, Willa, H. Zhu. *Dapper: An Opendap Server for In-Situ data*. <http://www.epic.noaa.gov/dapper>. (Diakses tanggal 6 Juni 2012).

- [TAKIJAWA 2006] Takijawa, H. and Kobayashi, H. *Hierarchical Parallel Processing of Large Scale Data Clustering On a PC Cluster With GPU co-Processing*. Journal Supercomputer, 36(2006). 219-234.
- [TOZZI 2012] Tozzi, L. Rodrigo. *PHP GrADS*. http://opengrads.org/wiki/index.php?title=PHP_Interface_to_GrADS. (Diakses Tanggal 10 Oktober 2012).
- [UUBMKG 2009] Pemerintah RI, *Undang-undang No.31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*, BMKG, Jakarta, 2009.
- [WARNER 2011] Thomas, T. Warner, *Numerical Weather and Climate Prediction*. First ed, Cambridge University Press. 2011.
- [WIELGOSZ 2001] Wielgosz, J. Doty, B, Gallagher, J. and Holloway, D. *GrADS and DODS*, Seventeenth International Conference on Interactive Information and Processing System for Meteorology, Oceanography, and Hydrology. Albuquerque, NM, 2001.
- [WIELGOSZ 2003] Wielgosz, J., Doty, B., Adams, J. *The GrADS-DODS Server: An Open-Source Tool for Distributed Data Access and Analysis*. American Meteorological Society conference proceedings. 2003.