

**WILAYAH KESUBURAN PERAIRAN LAUT JAWA
PADA PERIODE EL NINO DAN PERIODE NORMAL**

SKRIPSI

**PUJI ASTUTI
0303060467**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2008**

**WILAYAH KESUBURAN PERAIRAN LAUT JAWA
PADA PERIODE EL NINO DAN PERIODE NORMAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

**PUJI ASTUTI
0303060467**



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN GEOGRAFI
DEPOK
JULI 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Puji Astuti

NPM : 0303060467

Tanda Tangan : 

Tanggal : 17 Juli 2008

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Puji Astuti
NPM : 0303060467
Program Studi : Geografi
Judul Skripsi : Wilayah Kesuburan Perairan Laut Jawa Pada
Periode El Nino dan Periode Normal

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Rokhmatulloh, M.Eng (.....)
Pembimbing II : Prof. Dr. F. Sri Hardiyanti P., APU (.....)
Penguji I : Dr. rer.nat. Eko Kusratmoko, MS (.....)
Penguji II : Dr. Ir. Tarsoen Waryono, MS (.....)
Penguji III : Drs. Sobirin, M.Si (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 17 Juli 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan semesta alam, Yang Maha Pengasih atas segala rahmat dan hidayah-Nya, yang mencurahkan ilmu, pemahaman dan kesehatan sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir jaman.

Dalam kesempatan ini, penulis tulus berterimakasih kepada Kedua orang tua, kakak dan adikku yang selalu memberikan semangat maupun motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Selain itu penulis juga ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Rokhmatulloh, M.Eng selaku pembimbing I dan Prof. Dr. F. Sri Hardiyanti Purwadhi, APU selaku pembimbing II.
2. Dr. rer. nat. Eko Kusratmoko, M.S selaku ketua sidang dan penguji sidang I, Dr. Ir. Tarsoen Waryono, MS selaku penguji sidang II dan Drs. Sobirin, M.Si selaku penguji sidang III.
3. Dewi Susiloningtyas, S.si, M.Si serta seluruh staf pengajar Geografi UI lainnya atas pengetahuan dan pembelajaran yang telah diberikan selama ini.
4. Seluruh jajaran staf dan karyawan Departemen Geografi yang memberikan kemudahan dalam membantu urusan administrasi.
5. Keluarga besar Pasar Minggu (Pak Jufri, Pak Aulia, Pak Firman, Bu Yati dan mba Retno), semoga semangat yang selalu diberikan tetap hidup di dalam hatiku.
6. Secara khusus penulis juga berterimakasih atas bantuan yang tulus yaitu kepada Ibu Maryani, Mba Zul, Mba Lita, Mas Junaidi (SATCA-LAPAN), Mba Ica (PRPT-DKP), Pak Diky (SDI-DKP), Kumbang (Geo'01) dan Ka Ep (Geo'99) .
7. Keluarga besar kostan "ASIKIN" (amelz, atin, anniez, hartance, cikokom, asti latipe sopy) dan Eli (Geo'03), terimakasih atas persahabatan, cinta dan kasih sayang yang diberikan selama ini.

8. Teman-teman Geo'03 senasib dan seperjuangan yang saling menyemangati; endah, berni, nina, ratih, peny, eshu, mila, dana, yanti, hakam, syarif, oki, mas bay, gory dan awan.
9. Keluarga angkatan 2003 yang tidak terlupakan selalu penuh canda dan tawa yang akan selalu terkenang dalam hati penulis; ismi, ade, saul, kristina, tyas, elin, Irene, pilas, arum, echi, dephe, dian, neti, kifti, rahmat, yansen, angga, abe, Che, darma, heru, dicky, mamet, iqbal, fatwa, gorba, abang prima, iyo, djoko, tendi, fahri dan yoga.
10. Geografi'04 (Rahma), Geografi'05 (Ais, Dona, Casmito), Geografi'06 (Himawan) dan Geografi'07 (Budi) SEMANGAT selalu.
11. Serta semua pihak yang telah banyak membantu namun tak memungkinkan untuk menuliskannya satu persatu.

Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.

Depok, Juli 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puji Astuti
NPM : 0303060467
Program Studi : Geografi
Departemen : Geografi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"WILAYAH KESUBURAN PERAIRAN LAUT JAWA PADA PERIODE EL NINO DAN PERIODE NORMAL"

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 17 Juli 2008
Yang menyatakan



(Puji Astuti)

ABSTRAK

Nama : Puji Astuti
Program Studi : Geografi
Judul : Wilayah Kesuburan Perairan Laut Jawa Pada Periode El Nino dan Periode Normal

Skripsi ini membahas perbedaan sebaran wilayah kesuburan perairan di *Laut Jawa* pada saat periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dengan cara interpretasi data citra satelit untuk melihat karakteristik sebaran suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan arah arus permukaan laut yang selanjutnya dilakukan penampalan untuk mendapatkan sebaran wilayah kesuburan perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada periode El Nino tahun 2006 sebaran suhu permukaan laut di wilayah penelitian lebih dingin, wilayah *front termal* lebih luas dan konsentrasi klorofil-a lebih tinggi dibandingkan dengan periode normal tahun 2007, sedangkan arah arus permukaan pada periode El Nino cenderung menjauhi sistem daratan dan periode normal lebih mengarah ke sistem daratan. Kesimpulan yang diperoleh yaitu wilayah kesuburan perairan periode El Nino memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan periode normal.

Kata Kunci:

Wilayah kesuburan perairan, wilayah *front termal*, klorofil-a, El Nino.

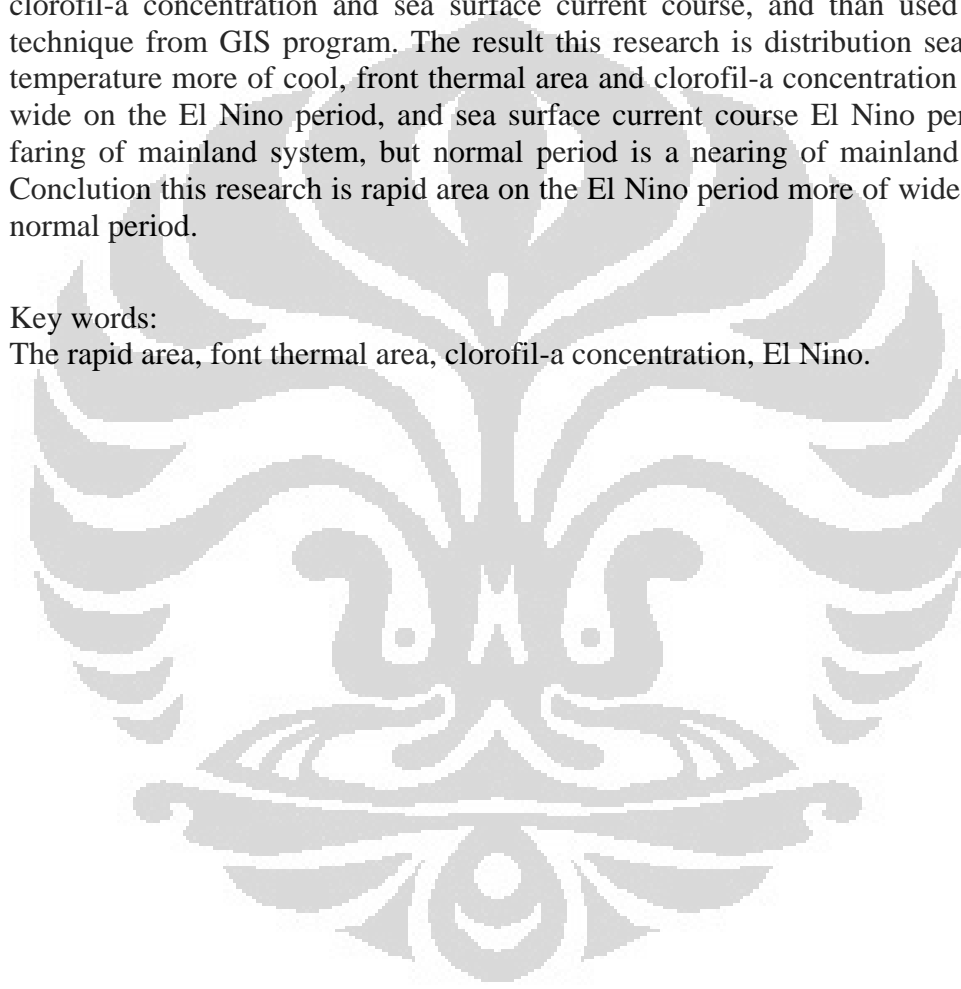
ABSTRACT

Name : Puji Astuti
Study Program: Geography
Title : The Rapid Area in Java Sea on The El Nino and Normal Period

The focus of this study is different of rapid area distribution in Java sea on the El Nino and normal period. Analysis used of this study is descriptif analysis with interpretation citra satellite data to get distribution of sea surface temperature , clorofil-a concentration and sea surface current course, and than used overlay technique from GIS program. The result this research is distribution sea surface temperature more of cool, front thermal area and clorofil-a concentration more of wide on the El Nino period, and sea surface current course El Nino period is a faring of mainland system, but normal period is a nearing of mainland system. Conclution this research is rapid area on the El Nino period more of wide equaled normal period.

Key words:

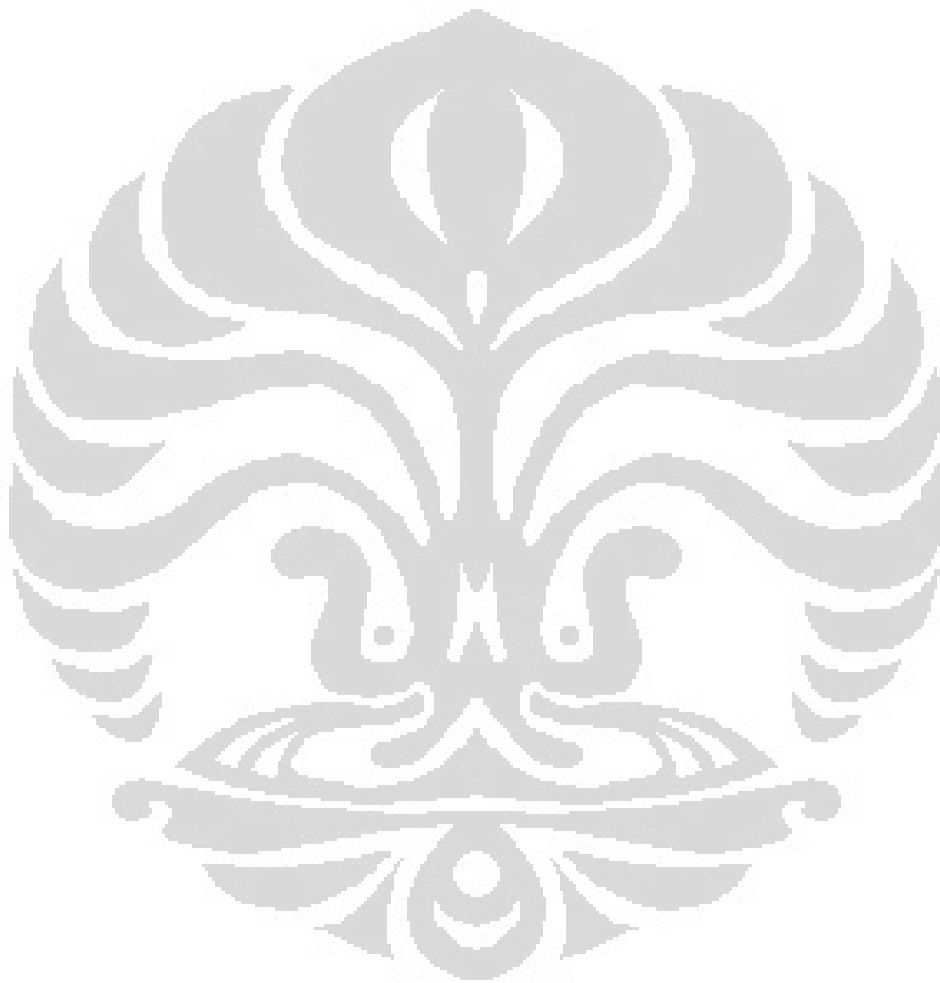
The rapid area, font thermal area, clorofil-a concentration, El Nino.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Masalah.....	3
1.3 Batasan.....	3
1.4 Alur Pikir Penelitian.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	6
1.4.1 Tahap Pengumpulan Data.....	6
1.4.2 Tahap Pengolahan Data.....	7
1.4.3 Tahap Analisis.....	12
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Karakteristik Wilayah Potensi Ikan.....	13
2.1.1 Faktor Fisik.....	13
2.1.2 Faktor Biologis.....	18
2.2 Pengaruh El Nino dan Normal Terhadap Sebaran Ikan.....	20
2.3 Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Deteksi Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a.....	22
2.3.1 Satelit NOAA- AVHRR Untuk Deteksi Suhu Permukaan Laut.....	23
2.3.2 Satelit Aqua-MODIS Untuk Deteksi Konsentrasi Klorofil-a.....	25
2.3.3 Penelitian Terdahulu.....	27
3. GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN.....	29
3.1 Letak Geografis.....	29
3.2 Iklim.....	30
3.3 Kondisi Oseanografi.....	31
3.3.1 Faktor Fisik.....	31
3.3.2 Faktor Biologis.....	33
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Analisis Citra Satelit.....	34
4.1.1. Suhu Permukaan Laut.....	34
4.1.2. Konsentrasi Klorofil-a	40
4.2 Arus Permukaan Laut.....	43
4.3 Distribusi Wilayah Kesuburan Perairan.....	50
4.3.1. Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Juni.....	50

4.3.2. Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Juli.....	53
4.3.3. Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Agustus.....	56
4.4 Daerah Penangkapan Ikan Nelayan Di Pantai Utara Pulau Jawa.....	59
5. KESIMPULAN.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62



DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1. Nilai konstanta a dan b untuk kanal 4 dan 5 NOAA-VHRR.....	8
1.2. Klasifikasi suhu permukaan laut.....	11
1.3. Klasifikasi konsentrasi klorofil-a.....	11
1.4. Klasifikasi wilayah potensi ikan.....	12
2.1. Hubungan antara Nilai IOS (Indeks Osilasi Selatan) dengan fenomena yang akan terjadi.....	22
2.2. Potensi pemanfaatan sensor AVHRR.....	25
4.1. Nilai suhu permukaan laut hasil pengukuran citra satelit NOAA-AVHRR.....	34
4.2. Nilai konsentrasi klorofil-a hasil pengukuran citra satelit Aqua-MODIS.....	34
4.3. Volume produksi ikan di PPN Kejawanan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong.....	60

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1.1. Alur pikir penelitian.....	4
1.2. Alur pengolahan data.....	5
2.1. Daerah <i>upwelling</i> dan daerah <i>sinking</i>	17
2.2. Jalur Arus Lintas Indonesia.....	28
2.3. Satelit NOAA.....	24
2.4. Satelit Aqua dan sensor MODIS.....	26
3.1. Peta wilayah penelitian.....	30
4.1. Kecepatan angin di wilayah perairan Indonesia bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	44
4.2. Arah arus permukaan laut bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	45
4.3. Kecepatan angin di wilayah perairan Indonesia bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	46
4.4. Arah arus permukaan laut bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	47
4.5. Arah arus permukaan laut bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	48
4.6. Kecepatan angin di wilayah penelitian bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	49

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
4.1 Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	35
4.2 Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	37
4.3 Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	38
4.4 Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Juni Periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	40
4.5 Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	41
4.6 Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.....	42



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN

1. Jendela *formula editor* pada ER Mapper *ver.* 6.4 dengan menggunakan algoritma dari Mc.Millin dan Crosby.
2. Jendela *algorithm* penentuan wilayah front termal pada data citra NOAA-AVHRR.
3. Jendela *formula editor* pada Er Mapper *ver.* 6.4 dengan menggunakan ATBD 19.
4. Harga IOS (Indeks Osilasi Selatan) Tahun 1990 – 2007.

TABEL

1. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juni Periode El Nino Tahun 2006.
2. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juli Periode El Nino Tahun 2006.
3. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Agustus Periode El Nino Tahun 2006.
4. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juni Tahun 2007.
5. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juli Tahun 2007
6. Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Agustus Tahun 2007.
7. Persentase kandungan Konsentrasi Klorofil-a pada periode El Nino (Juni – Agustus) Tahun 2006.
8. Persentase Kandungan Konsentrasi Klorofil-a pada periode Normal (Juni – Agustus) Tahun 2007.

PETA

1. Wilayah penelitian
2. Suhu permukaan laut bulan Juni 2006 periode awal bulan
3. Suhu permukaan laut bulan Juni 2006 periode akhir bulan
4. Suhu permukaan laut bulan Juni 2007 periode awal bulan
5. Suhu permukaan laut bulan Juni 2007 periode akhir bulan
6. Suhu permukaan laut bulan Juli 2006 periode awal bulan
7. Suhu permukaan laut bulan Juli 2006 periode akhir bulan
8. Suhu permukaan laut bulan Juli 2007 periode awal bulan
9. Suhu permukaan laut bulan Juli 2007 periode akhir bulan
10. Suhu permukaan laut bulan Agustus 2006 periode awal bulan
11. Suhu permukaan laut bulan Agustus 2006 periode akhir bulan
12. Suhu permukaan laut bulan Agustus 2007 periode awal bulan

13. Suhu permukaan laut bulan Agustus 2007 periode akhir bulan
14. Konsentrasi klorofil-a bulan Juni 2006 periode awal bulan
15. Konsentrasi klorofil-a bulan Juni 2006 periode akhir bulan
16. Konsentrasi klorofil-a bulan Juni 2007 periode awal bulan
17. Konsentrasi klorofil-a bulan Juni 2007 periode akhir bulan
18. Konsentrasi klorofil-a bulan Juli 2006 periode awal bulan
19. Konsentrasi klorofil-a bulan Juli 2006 periode akhir bulan
20. Konsentrasi klorofil-a bulan Juli 2007 periode awal bulan
21. Konsentrasi klorofil-a bulan Juli 2007 periode akhir bulan
22. Konsentrasi klorofil-a bulan Agustus 2006 periode awal bulan
23. Konsentrasi klorofil-a bulan Agustus 2006 periode akhir bulan
24. Konsentrasi klorofil-a bulan Agustus 2007 periode awal bulan
25. Konsentrasi klorofil-a bulan Agustus 2007 periode akhir bulan
26. Wilayah potensi ikan periode awal Juni 2006
27. Wilayah potensi ikan periode akhir Juni 2006
28. Wilayah potensi ikan periode awal Juni 2007
29. Wilayah potensi ikan periode akhir Juni 2007
30. Wilayah potensi ikan periode awal Juli 2006
31. Wilayah potensi ikan periode akhir Juli 2006
32. Wilayah potensi ikan periode awal Juli 2007
33. Wilayah potensi ikan periode akhir Juli 2007
34. Wilayah potensi ikan periode awal Agustus 2006
35. Wilayah potensi ikan periode akhir Agustus 2006
36. Wilayah potensi ikan periode awal Agustus 2007
37. Wilayah potensi ikan periode akhir Agustus 2007
38. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Juni 2006&2007 periode awal bulan
39. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Juni 2006&2007 periode akhir bulan
40. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Juli 2006&2007 periode awal bulan
41. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Juli 2006&2007 periode akhir bulan
42. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Agustus 2006&2007 periode awal bulan
43. Perbedaan wilayah potensi ikan bulan Agustus 2006&2007 periode akhir bulan
44. Lokasi penangkapan ikan nelayan di pantai utara Jawa

FOTO

1. Kantor Dinas Pertanian, Peternakan dan Kelautan Kota Pekalongan
2. Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kota Pekalongan
3. Suasana pelelangan ikan di TPI Pekalongan
4. Kapal Purse seine
5. Berbagai macam jenis ikan yang didaratkan di PPN Pekalongan
6. Ikan layang biru

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia memiliki luas wilayah yang hampir dua pertiganya berupa laut, oleh karena itu sering disebut sebagai benua maritim. Sebagai *archipelagic state* (negara kepulauan) dengan luas laut 5,8 juta km² yang terbagi dalam wilayah Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 2,7 juta km² dan Laut Teritorial seluas 3,1 juta km², Indonesia memiliki keunggulan komparatif dalam potensi sumberdaya perikanan dan kelautan (Departemen Kelautan dan Perikanan, 2007).

Tingginya potensi sumberdaya perikanan Indonesia juga didukung oleh letak geografis Indonesia yang memiliki karakteristik unik yaitu sebagai jalur perlintasan massa air dari *Samudera Pasifik* menuju *Samudera Hindia* (Gordon dan Fine, 1996), sehingga dapat diperkirakan banyak terdapat daerah gerombolan ikan yang beraneka ragam.

Keberadaan daerah ikan di perairan Indonesia bersifat dinamis, selalu berubah atau berpindah mengikuti pergerakan kondisi iklim (Syamsudin, 2004). Kondisi iklim Indonesia sangat dipengaruhi oleh dinamika atmosfer seperti sirkulasi angin (monsoon), perkembangan suhu muka laut dan fenomena alam skala global (Putri, 2005). Salah satu fenomena alam skala global yang mempengaruhi kondisi iklim Indonesia adalah El Nino. El Nino merupakan fenomena global dari sistem interaksi laut dan atmosfer yang ditandai dengan memanasnya suhu muka laut di Pasifik Tengah dan Timur sepanjang equator (Effendy, 2001). Fenomena ini menyebabkan penyimpangan iklim di Indonesia, antara lain periode musim kemarau menjadi lebih panjang seperti yang terjadi pada tahun 2006 (Australian Government Bureau of Meteorology, 2007). El Nino menimbulkan kerugian besar bagi perekonomian Indonesia, antara lain adanya gagal panen tanaman pangan dan biasanya diikuti dengan kebakaran hutan. Selain mempengaruhi wilayah daratan, El Nino juga mempengaruhi wilayah perairan Indonesia dengan munculnya fenomena oseanografis yang

mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan seperti *upwelling*, *front*, pola arus permukaan dan suhu permukaan laut yang dimungkinkan mempengaruhi keberadaan ikan di perairan tersebut (Amri, 2000).

Fenomena oseanografis sebagai petunjuk wilayah kesuburan perairan dapat diidentifikasi dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Jenis data satelit yang dapat digunakan untuk pendugaan wilayah kesuburan perairan adalah data citra satelit *National Oceanic and Atmospheric Administration-Advanced Very High Resolution Radiometer* (NOAA-AVHRR) dan data citra satelit *Aqua-Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) untuk analisis suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a. Wilayah kesuburan perairan yang mempengaruhi keberadaan wilayah potensi ikan diprediksikan berada pada daerah *front termal* (ditunjukkan dengan perubahan suhu tajam) dan konsentrasi klorofil-a yang tinggi (LAPAN, 2007).

Perairan *Laut Jawa* merupakan salah satu perairan Indonesia yang dipengaruhi oleh variabilitas iklim ekstrim El Nino. Perairan ini memiliki potensi perikanan dan telah dieksploitasi secara intensif melalui usaha perikanan rakyat maupun usaha perikanan semi industri. Meskipun saat ini *Laut Jawa* berada pada tingkat pemanfaatan berlebih (*over fishing*), namun laut ini masih menjadi pusat aktivitas produksi perikanan tangkap dengan kontribusi sebesar 78,40% dari total produksi perikanan pulau Jawa, sedangkan 21,6% kontribusinya berasal dari wilayah pantai selatan pulau Jawa (Departemen Kelautan dan Perikanan RI, 2004).

Ketersediaan data dan informasi mengenai wilayah kesuburan perairan diperlukan untuk mendukung dan mengoptimalkan kegiatan penangkapan ikan di perairan *Laut Jawa*. Berdasarkan fenomena tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan wilayah kesuburan perairan antara kondisi iklim El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007. Penelitian ini menggunakan data citra satelit NOAA – AVHRR, data citra satelit Aqua – MODIS yang digunakan untuk mendapatkan sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a serta data arah arus permukaan laut digunakan sebagai faktor pendukung persebaran wilayah *front termal* dan konsentrasi klorofil-a.

1.2 Masalah

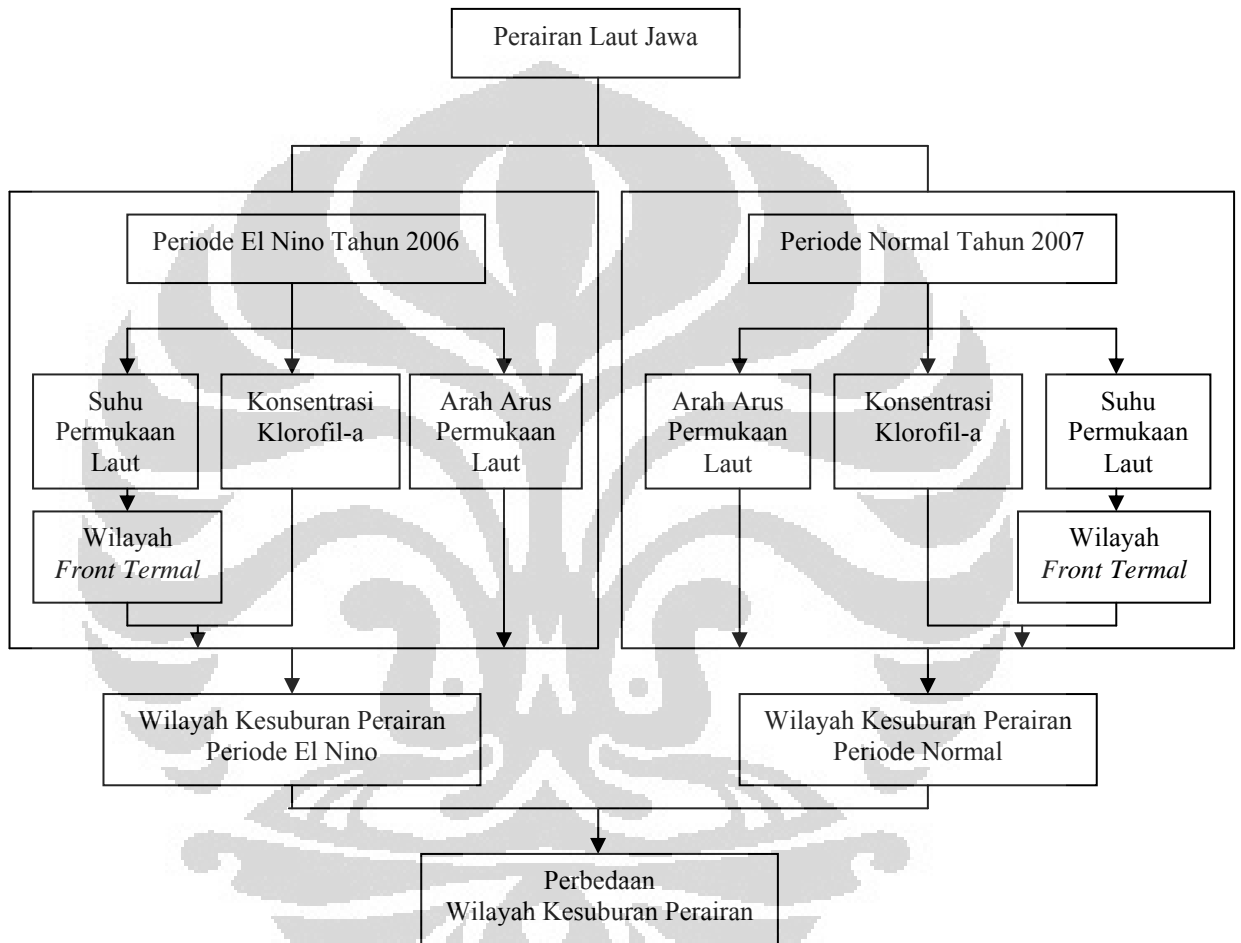
Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana perbedaan wilayah kesuburan perairan antara periode El Nino dan periode normal di perairan *Laut Jawa* bagian tengah dan timur?

1.3 Batasan

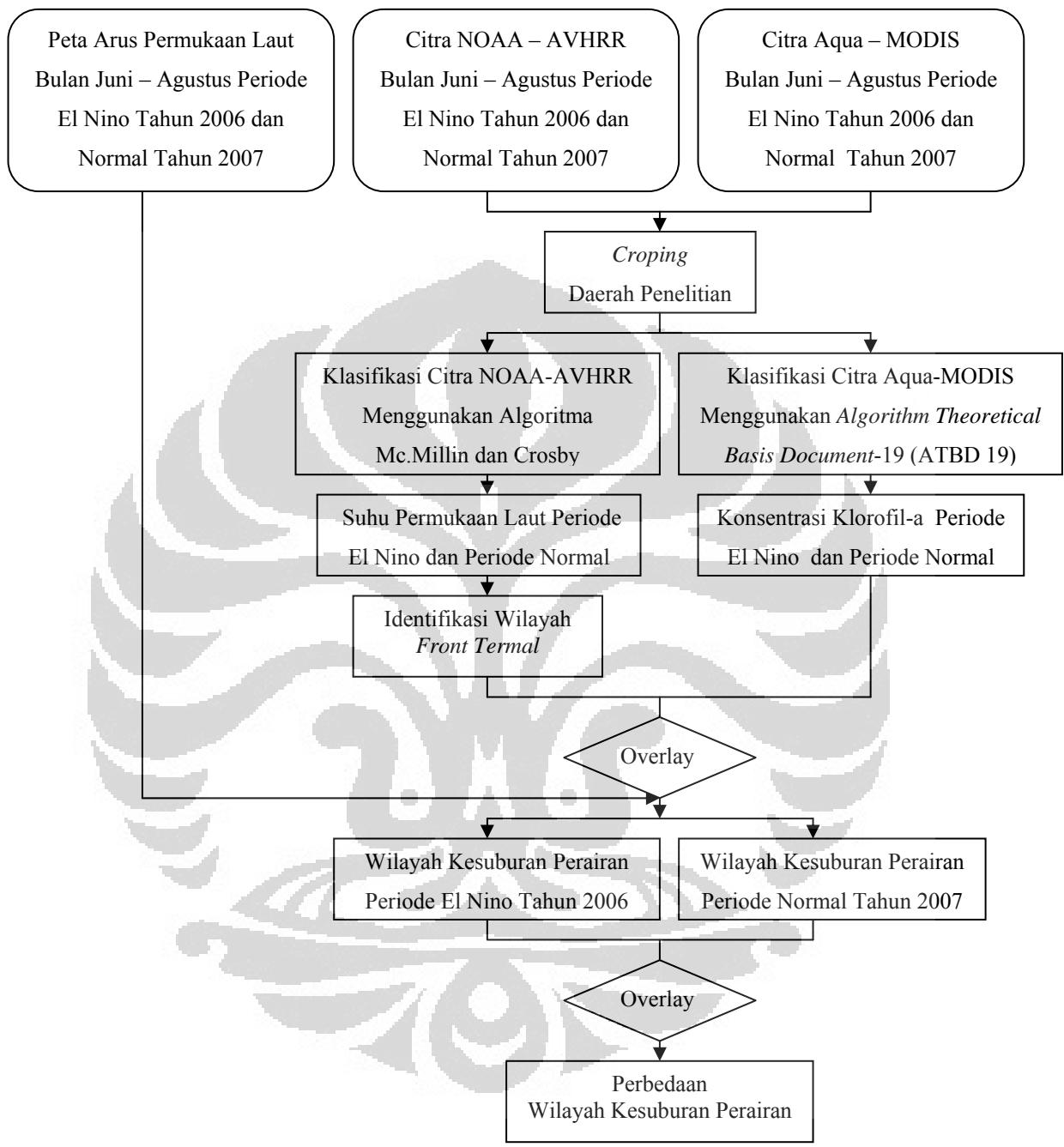
1. Wilayah penelitian yaitu perairan *Laut Jawa* bagian tengah dan timur dengan batas astronomis $3^{\circ}45' - 6^{\circ}90'$ LS dan $108^{\circ} - 112^{\circ} 45'$ BT.
2. Wilayah kesuburan perairan yaitu wilayah yang diprediksikan berpotensi ikan (mempunyai banyak kandungan ikan). Wilayah kesuburan perairan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil penampalan (*overlay*) parameter-parameter laut seperti distribusi spasial suhu permukaan laut (*front termal*) dan sebaran konsentrasi klorofil-a berdasarkan hasil analisis citra penginderaan jauh satelit NOAA-AVHRR dan Aqua-MODIS.
3. Wilayah *front termal* yaitu wilayah yang diindikasikan terjadinya peristiwa *upwelling*, *front* atau pengadukan permukaan laut oleh angin, ditunjukkan dengan perubahan suhu yang tajam yaitu gradien suhu $0,5^{\circ}\text{C}$ dalam jarak 3 km.
4. Periode El Nino yaitu suatu masa penyimpangan iklim, hasil interaksi antara kondisi permukaan samudera dan atmosfer di kawasan Pasifik sekitar garis khatulistiwa yang mempengaruhi kondisi oseanografis Indonesia (Effendy, 2001). Dalam penelitian ini, periode El Nino yang digunakan yaitu bulan Juni – Agustus tahun 2006.
5. Periode normal yaitu suatu masa dimana tidak terdapat penyimpangan iklim, dalam arti tidak dipengaruhi oleh fenomena El Nino dan La Nina (Effendy, 2001). Periode normal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bulan Juni – Agustus tahun 2007.
6. Perbedaan wilayah kesuburan perairan yaitu perbedaan luasan persebaran wilayah kesuburan perairan yang diperoleh dari hasil penampalan (*overlay*) wilayah kesuburan perairan periode El Nino dan periode normal. Semakin luas wilayah kesuburan perairan diasumsikan semakin luas wilayah potensial ikan di perairan tersebut.

1.4 Alur Pikir Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan pokok permasalahan penelitian, maka arah penelitian ini dapat dirangkum dalam alur pikir penelitian dan bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 1.1 dan 1.2 di bawah ini.



Gambar 1.1. Alur pikir penelitian



Gambar 1.2. Bagan Alir Penelitian

1.5 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan keruangan yaitu mendeskripsikan perbedaan sebaran wilayah kesuburan perairan antara periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007. Analisis penelitian menggunakan variabel sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang bersumber dari citra satelit dengan cara interpretasi citra digital serta variabel arah arus permukaan laut yang kemudian dilakukan penampalan (*overlay*) variabel sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a. Penelitian ini menggunakan data citra NOAA – AVHRR dan Aqua – MODIS dengan waktu perekaman citra yaitu bulan Juni – Agustus pada setiap periode iklim dan setiap bulan diwakili oleh 2 data perekaman citra (awal bulan dan akhir bulan).

1.5.1 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data citra satelit NOAA - AVHRR dan Aqua - MODIS terkoreksi radiometrik dan geometrik pada periode El Nino (Juni – Agustus tahun 2006) dan normal (Juni – Agustus tahun 2007) yang diperoleh dari LAPAN. Setiap bulan diwakili oleh dua tanggal perekaman citra (awal bulan dan akhir bulan).
2. Peta arah arus permukaan laut perairan *Laut Jawa* pada periode El Nino (Juni - Agustus tahun 2006) dan normal (Juni - Agustus tahun 2007) yang diperoleh dari website Colorado Center for Astrodynamics Research di alamat http://argo.colorado.edu/%7Erealtime/global_realtime/geover.html.
3. Data produksi tangkapan ikan bulan Juni - Agustus tahun 2006 dan tahun 2007 yang didaratkan di PPN Kejawanan Jawa Barat, PPN Pekalongan Jawa Tengah dan PPN Brondong Jawa Timur. Data ini diperoleh dari Departemen Kelautan dan Perikanan RI dan Dinas Pertanian, Peternakan dan Kelautan daerah setempat.

1.5.2 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan beberapa perangkat lunak (*software*) yaitu ENVI *ver.* 4.0, Er Mapper *ver.* 6.4 dan Arc View *ver.* 3.3 untuk pembuatan *layout* peta. Pengolahan data meliputi beberapa tahap antara lain:

1. Pengolahan Data Citra NOAA-AVHRR

Data citra NOAA-AVHRR digunakan untuk melihat persebaran suhu permukaan laut. Perhitungan pendugaan suhu permukaan laut dari data citra NOAA-AVHRR menggunakan kanal 4 dan 5, selain itu juga menggunakan kanal 1 dan 2 untuk mencari albedo yang bertujuan memisahkan darat, awan dan laut. Adapun langkah-langkah perhitungan suhu permukaan laut adalah sebagai berikut:

a. Kalibrasi data

Kalibrasi data merupakan konversi dari data digital kanal inframerah kedalam radiansi (L_i). Untuk mendapatkan nilai radiansi (L_i) dibutuhkan nilai G_i (*slope*) dan I_i (*intercept*). Nilai G_i dan I_i diperoleh dari persamaan NESS dalam BAKOSURTANAL (2004), yaitu:

$$G_i = \frac{L_{i,s} - L_{i,t}}{N_{i,s} - N_{i,t}} \dots\dots\dots (1.1)$$

$$I_i = L_{i,s} - G_i N_{i,t} \dots\dots\dots (1.2)$$

dimana:

- $L_{i,s}$ = Radiansi untuk kanal ke i
- $L_{i,t}$ = radiansi internal target untuk kanal ke- i
- $N_{i,s}$ = radiansi digital untuk kanal ke i
- $N_{i,t}$ = radiansi digital internal target kanal ke- i
- G_i = *slope* untuk kanal ke i
- I_i = *intercept* kanal ke i

Setelah mendapatkan nilai G_i dan I_i , maka dilakukan koreksi radian (NESS dalam BAKOSURTANAL, 2004):

$$L_i = G_i \times N_i^F + I_i \dots\dots\dots (1.3)$$

dimana: N_i = Digital Number

F = konstanta kesetaraan Data AVHRR

$F = 1$, untuk data 10 bit dan $F = 4$, untuk data 8 bit

Konversi nilai radian menjadi suhu kecerahan (NESS dalam BAKOSURTANAL, 2004) yaitu:

$$T_{bi} = \frac{a}{\ln(L_i) - b} \dots\dots\dots (1.4)$$

dimana: T_{bi} = suhu kecerahan

L_i = radian kanal ke i

a, b = konstanta

i = kanal 4 dan 5

Tabel 1.1. Nilai konstanta a dan b untuk masing-masing kanal

Kanal	Konstanta a	Konstanta b
4	-1347.375	9.213623
5	-1229.813	8.947998

Sumber: Harsanugraha dan Parwati, 1996

Kemudian nilai suhu kecerahan (T_{bi}) dimasukkan ke dalam rumus Hukum Planck untuk mendapatkan nilai suhu air (T_w) (Harsanugraha dan Parwati, 1996):

$$T_w = \frac{C_2 \times y_n}{\ln(1 - \epsilon + (\epsilon \times \exp(C_2 \times Y_n/T_b)))} \dots\dots\dots (1.5)$$

dimana:

T_w = Temperatur air

ϵ = emisivitas air (0.98)

C_2 = konstanta radiasi surya (1.43883 cmK)

y_n = bilangan gelombang radiansi efektif untuk kanal inframerah jauh,
dengan $y(n=4) = 927.73 \text{ cm}^{-1}$ dan $y(n=5) = 838.35 \text{ cm}^{-1}$

b. Perhitungan nilai suhu permukaan laut

Nilai – nilai suhu permukaan laut diestimasi dengan menerapkan jenis algoritma multikanal yaitu kombinasi kanal 4 ($T_w 4$) dan kanal 5 ($T_w 5$) berdasarkan algoritma McMillin dan Crosby dalam LAPAN (2004), yaitu:

$$SPL = T_w4 + 2.702 (T_w4 - T_w5) - 273.582 \dots\dots\dots (1.6)$$

dimana : SPL = suhu permukaan laut ($^{\circ}\text{C}$)

T_w4 = temperatur air kanal 4

T_w5 = temperatur air kanal 5

Jendela *formula editor* ER Mapper ver. 6.4 menggunakan algoritma dari Mc.Millin dan Crosby dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Pengolahan Data Citra Aqua - MODIS

Persebaran konsentrasi klorofil-a diperoleh dari data Aqua – MODIS kanal 3, kanal 10 dan kanal 12 dengan cara sebagai berikut:

a. Koreksi citra meliputi:

1) Koreksi *Bowtie*

Koreksi *bowtie* bertujuan untuk memperbaiki bagian data citra yang mengalami overlap. Overlap terjadi karena terdapat peningkatan *Instantaneous Field Of View* (IFOV) dari 1x1 Km pada titik terendah (nadir) menjadi hampir mendekati 2x5 km pada sudut scan maksimum yaitu 55° .

2) Koreksi geometrik

Koreksi geometrik pada pengolahan citra ini dimulai dengan *export*

Ground Control Point (GCP) yang terdapat pada file MODIS level 1B. Sistem proyeksi yang digunakan adalah *Geographic Lat/Lon*. Setelah proses *export* GCP selesai, kemudian dilakukan registrasi citra menggunakan metode *Image to Map*. Selanjutnya proses *resampling* menggunakan metode *Nearest Neighbour*.

3) Koreksi radiometrik

Data citra yang telah diimport dikoreksi radiometrik menggunakan persamaan berikut (Aini, 2007):

$$\text{Reflektan} = \text{Ref. Scale}(a) * (\text{Si}(a) - \text{Ref. Offset}(a)) \dots\dots (1.7)$$

dimana: Ref. Scale (a) = nilai reflektansi kanal –a
 Si (a) = *signed integer* kanal-a
 Ref. Offset (a) = nilai reflektansi kanal –a
 a = kanal 3, 10 dan 12

b. Perhitungan nilai klorofil

- 1) *Masking* darat, laut dan awan pada file *land/sea mask*.
- 2) Nilai konsentrasi klorofil-a diperoleh berdasarkan *Algorithm Theoretical Basis Document-19* (ATBD 19) Terra/Aqua MODIS yang diperoleh di alamat www.modis.gsfc.nasa.gov:

$$\text{Chl-a} = c0 + c1 \log (R 448/551) + c2 [\log (R 448/551)]^2 + c3 [\log (R 448/551)]^3 \dots\dots (1.8)$$

dimana: Chl-a = konsentrasi klorofil-a, c0, c1, c2, c3 = koefisien,
 c0 = 0,2818, c1 = -2,783, c2 = 1,683, c3 = -2.387
 (R 448/551) = rasio saluran 10 dan 12

Jendela *formula editor* pada Er Mapper ver. 6.4 menggunakan ATBD 19 dapat dilihat pada lampiran 2.

3. Sebelum di *layout*, data citra NOAA-AVHRR dan Aqua-MODIS diklasifikasikan terlebih dahulu di ER Mapper agar lebih mudah untuk melakukan pengamatan persebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a. Klasifikasi yang digunakan yaitu klasifikasi *unsupervised* dengan

pembagian 10 kelas untuk sebaran suhu permukaan laut dan 3 kelas untuk sebaran konsentrasi klorofil-a. Klasifikasi suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a dapat dilihat pada tabel 1.2 dan 1.3 di bawah ini:

Tabel 1.2. Klasifikasi Suhu Permukaan Laut

Kelas	Suhu Permukaan Laut
1	27 – 27,5 °C
2	27,5 – 28 °C
3	28 – 28,5 °C
4	28,5 – 29 °C
5	29 – 29,5 °C
6	29,5 – 30 °C
7	30 – 30,5 °C
8	30,5 – 31 °C
9	31 – 31,5 °C
10	31,5 – 32 °C

Sumber: Hutabarat dan Evans, 1984.

Tabel 1.3. Klasifikasi Konsentrasi Klorofil-a

No	Kelas	Nilai Klorofil-a
1	Rendah	< 0,3 mg/m ³
2	Sedang	0,31 - 1 mg/m ³
3	Tinggi	> 1 mg/m ³

Sumber: Nontji, 1984

- Sebaran suhu permukaan laut yang sudah diketahui, kemudian dilakukan proses identifikasi wilayah *front termal* yaitu dengan cara membuat *isotherm* interval 0,1 °C. Wilayah *front termal* berada pada wilayah yang mengalami perubahan suhu tajam dengan gradien suhu minimal 0,5 °C dalam jarak 3 km. Jendela *algorithm* penentuan wilayah *front termal* dari data citra NOAA-AVHRR dapat dilihat pada lampiran 3. Setelah dilakukan klasifikasi maka data di *import* ke Arc View ver.3.3 untuk dilakukan penyusunan atribut peta.
- Wilayah kesuburan perairan diperoleh dari penampalan (*overlay*) peta sebaran wilayah *front termal* dan peta sebaran konsentrasi klorofil-a. Wilayah kesuburan perairan dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi 2 kelas yaitu wilayah perairan subur dan wilayah perairan sangat subur. Klasifikasi wilayah kesuburan perairan dapat dilihat pada tabel 1.4 di bawah ini.

Tabel 1.4. Klasifikasi wilayah kesuburan perairan

No	Front Termal	Konsentrasi Klorofil-a			Wilayah Kesuburan Perairan
		Rendah	Sedang	Tinggi	
1	√	-	√	-	Wilayah subur
2	√	-	-	√	Wilayah sangat subur

Sumber: Pengolahan data, 2008

6. Wilayah kesuburan perairan sudah dapat ditentukan, untuk memperoleh perbedaan wilayah kesuburan perairan yaitu dengan cara melakukan penampalan (*overlay*) pada bulan yang sama antara wilayah kesuburan perairan periode El Nino tahun 2006 dengan periode normal tahun 2007.

1.5.3 Tahap Analisa

Metode yang digunakan untuk menjawab permasalahan di atas yaitu metode analisis deskriptif. Analisis yang dilakukan untuk memperoleh wilayah kesuburan perairan yaitu dengan melihat karakteristik sebaran suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan arah arus permukaan laut. Sebaran suhu permukaan laut digunakan untuk identifikasi wilayah *front termal* yaitu wilayah yang ditunjukkan dengan perubahan suhu tajam, konsentrasi klorofil –a digunakan untuk melihat kesuburan primer suatu perairan dan arah arus permukaan laut digunakan sebagai faktor yang mendukung persebaran wilayah *front termal* dan konsentrasi klorofil-a. Peta sebaran suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang dihasilkan dalam penelitian dilakukan perhitungan luas menurut kelas dalam bentuk persentase untuk keakuratan analisis. Adanya perubahan pola penyebaran suhu permukaan laut, konsentrasi klorofil-a dan arus permukaan laut yang dianalisis secara temporal, maka dapat diketahui perbandingan – perbandingan wilayah kesuburan perairan yang diprediksikan berpotensi ikan, dan untuk melihat hasil perbedaan sebaran wilayah kesuburan perairan antara periode El Nino dan normal digunakan data produksi tangkapan ikan yang didaratkan di PPN Kejawan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong bulan Juni – Agustus periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Wilayah Potensi Ikan

Wilayah potensi ikan dipengaruhi oleh faktor oseanografi perairan (Hasyim, 2004). Amri (2000) menyatakan bahwa terdapat beberapa faktor oseanografi baik fisik maupun biologis yang dapat mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan. Faktor fisik yang mempengaruhi kesuburan suatu perairan yaitu seperti suhu permukaan laut dan arah arus permukaan laut, sedangkan faktor biologis seperti persebaran konsentrasi klorofil-a, sehingga hal ini dimungkinkan mempengaruhi keberadaan ikan di perairan tersebut.

2.1.1 Faktor Fisik

1. Suhu Permukaan Laut

Suhu adalah indikasi jumlah energi (panas) yang terdapat dalam suatu sistem atau massa sebagai ukuran energi gerakan molekul (Nybakken, 1992). Suhu permukaan laut sangat tergantung dari jumlah energi (panas) yang diterima dari sinar matahari yang kemudian diserap oleh massa air. Daerah-daerah yang paling banyak menerima sinar matahari adalah daerah-daerah yang terletak pada lintang 0° . Oleh sebab itu suhu air laut yang tertinggi terdapat di daerah ekuator. Kisaran suhu pada daerah tropis relatif stabil karena cahaya matahari lebih banyak mengenai daerah ekuator daripada daerah kutub. Hal ini dikarenakan cahaya matahari yang merambat melalui atmosfer banyak kehilangan panas sebelum cahaya tersebut mencapai kutub. Suhu di lautan berkisar antara (-1.87°C) (titik beku air laut) di daerah kutub sampai maksimum sekitar 42°C di daerah perairan dangkal (Hutabarat dan Evans, 1984).

Secara umum, suhu di lautan menurut ke dalamannya dapat dibagi menjadi tiga lapisan (Nontji, 1993), yaitu lapisan permukaan laut, lapisan termoklin dan lapisan dalam.

- a. Lapisan permukaan laut atau lapisan percampuran (*mixed layer*), yaitu lapisan yang mempunyai temperatur homogen di setiap bagian lapisan tersebut,

dimana memiliki gradien temperatur yang tidak lebih dari $0,03^{\circ}\text{C}/\text{m}$. Suhu air di lapisan ini dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti penguapan, curah hujan, suhu udara, kelembaban udara dan intensitas radiasi matahari. Oleh sebab itu, suhu di permukaan biasanya mengikuti pola musiman. Sebagai contoh, pada musim pancaroba, angin biasanya lemah dan laut sangat tenang, sehingga proses pemanasan dipermukaan dapat terjadi dengan lebih efektif. Akibatnya suhu lapisan permukaan mencapai maksimum pada musim pancaroba. Lapisan permukaan laut juga dipengaruhi oleh angin yang menyebabkan terjadinya proses pencampuran massa air. Apabila angin bertiup di bagian atas perairan, maka lapisan itu akan bergerak dan gerakan (arus) itu akan diteruskan ke lapisan air di bawahnya dan menimbulkan pengadukan lapisan air yang mengakibatkan meratanya suhu air sekitar 28°C . Ketebalan lapisan ini sangat bergantung pada kecepatan serta lamanya angin bertiup. Biasanya lapisan homogen terdapat pada kedalaman 0 – 70 meter.

- b. Lapisan termoklin, terdapat pada kedalaman 100-200 meter dengan suhu yang lebih rendah daripada suhu di lapisan homogen, memiliki gradien temperatur lebih dari $0,1^{\circ}\text{C}$ yang akan mengakibatkan perubahan densitas sebesar $0,00005 - 0,00035\text{ gr}/\text{cm}^3$. Perubahan densitas yang besar membentuk lapisan termoklin, yaitu suatu lapisan yang sangat stabil serta sulit ditembus oleh air pada lapisan homogen, selain itu lapisan ini berperan sebagai pembatas terhadap penyebaran menegak sifat-sifat fisika dari lapisan permukaan dan lapisan di bawahnya.
- c. Lapisan dalam (*deep layer*) dengan kedalaman 1000 meter dikenal dengan lapisan dingin yaitu merupakan lapisan dengan suhu yang rendah biasanya kurang dari 5°C , pada lapisan ini suhu semakin menurun dengan meningkatnya kedalaman dengan perubahan suhu yang sangat kecil.

Menurut Hutabarat dan Evans (1984) suhu permukaan laut rata-rata di Perairan Indonesia berkisar antara $28-31^{\circ}\text{C}$ dan akan mengalami penurunan satu hingga dua derajat setiap kedalaman 80 meter. Kasus tertentu seperti *upwelling*, nilai suhu permukaan laut dapat turun menjadi 25°C . Hal ini disebabkan oleh naiknya massa air yang berada di bawah (bersuhu rendah) ke permukaan laut.

Suhu permukaan laut dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk menduga keberadaan organisme di suatu perairan, khususnya ikan. Hal ini karena suhu permukaan air laut sangat erat hubungannya dengan produktivitas primer dan arus (Purwadhi, 1986). Sebaran suhu permukaan laut mengindikasikan terjadinya *front termal* yaitu proses *upwelling*, *front* atau pengadukan air laut di suatu perairan. Daerah *upwelling* terjadi penurunan suhu permukaan laut dan tingginya kandungan zat hara dibandingkan daerah sekitarnya. Tingginya kadar zat hara tersebut merangsang perkembangan fitoplankton di permukaan. Sedangkan pada daerah *front* juga terjadi peningkatan produktivitas plankton, karena pada daerah ini merupakan pertemuan dua massa air yang memiliki karakteristik berbeda yaitu massa air panas dan dingin. Robinson (1991) menyatakan bahwa keberadaan *front* penting dalam hal produktivitas perairan laut karena cenderung membawa bersama-sama air yang dingin dan kaya akan nutrisi dibandingkan dengan perairan yang lebih hangat tetapi miskin zat hara. Kombinasi dari temperatur dan peningkatan kandungan hara yang timbul dari pencampuran tersebut akan meningkatkan produktivitas plankton yang mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan. Demikian juga dengan proses pengadukan air laut yang dipengaruhi oleh angin. Angin yang bergerak di atas permukaan laut akan mengaduk lapisan permukaan laut sehingga terjadi perubahan suhu yang menghasilkan konveksi arus (sirkulasi vertikal air) dan naiknya zat hara yang merangsang perkembangan fitoplankton. Oleh sebab itu, proses *upwelling*, *front* dan pengadukan permukaan laut selalu dihubungkan dengan meningkatnya produktivitas primer di suatu perairan dan diikuti dengan meningkatnya populasi ikan di perairan tersebut.

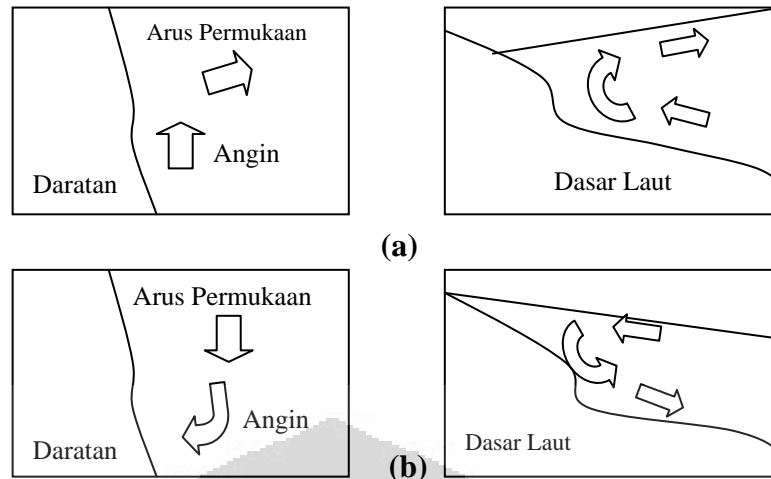
2. Arah Arus Permukaan Laut

Arus adalah gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, perbedaan dalam densitas air laut, gerakan bergelombang panjang dan pasang surut. Sverdrup *dkk* (1942) membagi arus laut ke dalam tiga golongan besar, yaitu:

- a. Arus yang disebabkan oleh perbedaan sebaran densitas di laut. Arus ini disebabkan oleh air yang berdensitas lebih berat akan mengalir ke tempat air yang berdensitas kecil atau lebih ringan;
- b. Arus yang ditimbulkan oleh angin yang berhembus di permukaan laut. Arus jenis ini biasanya membawa air ke satu jurusan dengan arah yang sama selama satu musim tertentu ;
- c. Arus yang disebabkan oleh air pasang. Arus jenis ini mengalirnya bolak-balik dari dan ke pantai, atau berputar. Arus air pasang dipengaruhi oleh gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi dan datangnya secara periodik sehingga dapat diramalkan.

Perubahan arah arus terjadi sesuai dengan makin dalamnya kedalaman suatu perairan, dimana pada umumnya tenaga angin yang diberikan pada lapisan permukaan air dapat membangkitkan timbulnya arus permukaan yang mempunyai kecepatan sekitar 2 % dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan.

Angin dapat menyebabkan timbulnya arus air vertikal yang dikenal sebagai *upwelling* dan *sinking*. Hal ini terjadi dalam keadaan dimana arah angin sejajar dengan garis pantai dan arus membentuk sudut siku-siku ke dan dari arah lautan sebagai hasil dari adanya gaya coriolis. Pada proses *upwelling*, aliran lapisan permukaan air yang menjauhi pantai mengakibatkan massa air yang berasal dari lapisan dalam akan naik membawa zat hara yang dapat merangsang perkembangan fitoplankton di lapisan permukaan laut. Sedangkan proses *sinking* yaitu suatu proses yang mengangkut gerakan air yang tenggelam ke arah bawah di perairan pantai, dimana angin sejajar dengan pantai tetapi arah rata-rata aliran arus ke arah daratan dan aliran massa air diarahkan ke bawah ketika mencapai garis pantai (Hutabarat dan Evans, 1984).



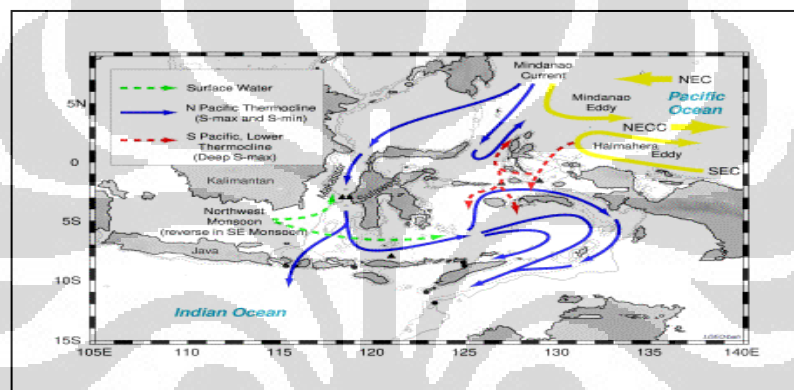
Sumber: Hutabarat dan Evans, 1984

Gambar 2.1. (a) Daerah *upwelling* dan (b) Daerah *sinking*

Perairan Indonesia dipengaruhi oleh sistem pola angin muson yang memiliki pola sirkulasi massa air berbeda dan bervariasi antara musim barat dan musim timur, dimana pada musim barat massa air umumnya mengalir ke arah timur perairan Indonesia, dan sebaliknya ketika musim timur berkembang dengan sempurna suplai massa air yang berasal dari daerah *upwelling* di *Laut Arafura* dan *Laut Banda* akan mengalir menuju perairan Indonesia bagian barat (Wyrtki, 1961). Selain dipengaruhi oleh angin, arus laut di perairan Indonesia juga dipengaruhi oleh sistem arus lintas Indonesia (Arlindo) yang memiliki pola pergerakan arus laut dari *Samudera Pasifik* menuju *Samudera Hindia* melewati selat-selat perairan. Pergerakan arus laut ini akan mempengaruhi perubahan iklim global, memicu kehadiran variabilitas iklim ekstrem, seperti El Nino dan La Nina (Soesilo, 2004).

Pada saat kondisi normal, laju Arlindo bergerak dari *Samudera Pasifik* ke *Samudera Hindia* melewati *Selat Makassar* dan keluar melalui *Selat Lombok*. Namun, tidak semua massa air tersebut bisa langsung menerobos *selat Lombok* yang sempit, sebagian massa air akan berbelok ke arah timur menuju *Laut Banda* dan bercampur dengan massa air dari *Samudera Pasifik* yang tiba di *Laut Banda* lewat *Laut Halmehera* dan *Laut Flores*. Seusai berputar – putar di *Laut Banda*, massa air tersebut akan bergerak melewati *Laut Flores* dan *Laut Timor* menuju *Samudera Hindia*. Sedangkan pada kondisi El Nino, pergerakan sebagian dari

massa air tadi berbalik arah dari wilayah perairan Indonesia menuju *Samudera Pasifik* dan terjadi penurunan volume massa air yang bergerak dari *Samudera Pasifik* ke *Samudera Hindia*. Kosongnya massa air di wilayah perairan Indonesia kemudian mendorong munculnya *upwelling*, atau naiknya massa air dari bawah permukaan ke atas permukaan yang kaya nutrisi. Oleh sebab itu, saat El Nino di wilayah perairan Indonesia terjadi peningkatan jumlah konsentrasi klorofil-a dan jumlah wilayah *upwelling* (Soesilo, 2004). Peningkatan jumlah konsentrasi klorofil-a dan jumlah wilayah *upwelling* di wilayah perairan Indonesia maka dapat diduga terdapat banyak gerombolan ikan atau disebut daerah *fishing ground* (Suwargana dan Arief, 2004).



Sumber: Syamsudin, 2003

Gambar 2.2. Jalur Arus Lintas Indonesia

2.1.2 Faktor Biologis

Faktor biologis yang mempengaruhi tingkat kesuburan suatu perairan adalah klorofil-a. Klorofil-a adalah zat hijau daun yang terkandung dalam tumbuhan. Klorofil-a merupakan pigmen yang mampu melakukan fotosintesis dan terdapat di seluruh organisme fitoplankton (Nybakken, 1992). Sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan sangat bergantung pada konsentrasi nutrisi. Konsentrasi nutrisi di lapisan permukaan sangat sedikit dan konsentrasi ini akan meningkat pada lapisan termoklin dan lapisan di bawahnya. Sebagian besar tumbuhan laut terdapat pigmen-pigmen pelengkap sebagai alat tambahan bagi klorofil-a dalam mengabsorpsi cahaya matahari. Fungsi pigmen-pigmen ini adalah menangkap dan mengumpulkan energi cahaya matahari, kemudian memindahkan energi tersebut

ke klorofil-a. Pigmen - pigmen ini mampu mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang yang berbeda dari klorofil-a (Senin, 2006). Pigmen-pigmen tersebut yaitu klorofil-b, karoten, xanthophyll, phycoerithrin, phycocyanin.

- a. Klorofil-b, merupakan pigmen yang terdapat pada beberapa jenis alga, mampu menyerap cahaya secara maksimal pada panjang gelombang 450 nm – 645 nm.
- b. Karoten, merupakan pigmen yang terdapat pada sebagian besar alga, memiliki puncak penyerapan cahaya pada panjang gelombang 450 nm – 470 nm.
- c. Xanthophyll, merupakan pigmen yang juga terdapat pada sebagian besar alga, mampu menyerap cahaya secara maksimal pada panjang gelombang 480 nm – 540 nm.
- d. Phycoerithrin, merupakan pigmen yang terdapat pada alga tertentu, mampu menyerap cahaya secara maksimal pada panjang gelombang 540 nm – 560 nm.
- e. Phycocyanin, merupakan pigmen yang terdapat pada beberapa jenis alga, mampu menyerap cahaya antara panjang gelombang 610 nm – 630 nm.

Jumlah klorofil-a yang ada di perairan laut umumnya dapat dilihat dari jumlah fitoplankton yang ada di perairan tersebut. Fitoplankton adalah organisme laut yang melayang dan hanyut dalam air laut serta mampu berfotosintesis (Nybakken, 1992). Fitoplankton bisa ditemukan di seluruh massa air mulai dari permukaan laut sampai pada kedalaman dengan intensitas cahaya yang masih memungkinkan terjadinya fotosintesis (Nontji, 1993).

Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil-a mampu melaksanakan reaksi fotosintesis, dimana air dan karbondioksida dengan adanya sinar matahari dan garam-garam hara dapat menghasilkan senyawa organik seperti karbohidrat. Adanya kemampuan membentuk zat organik dari zat anorganik, maka fitoplankton disebut sebagai produsen primer. Proses rantai makanan, fitoplankton akan dimakan oleh hewan herbivora yang merupakan produsen sekunder. Produsen sekunder ini umumnya berupa zooplankton yang kemudian dimangsa pula oleh hewan karnivora yang lebih besar sebagai produsen tersier. Nontji (1993) menyatakan bahwa fitoplankton sebagai produsen primer

merupakan pangkal rantai makanan dan merupakan dasar yang mendukung seluruh kehidupan. Jadi, adanya konsentrasi klorofil-a menunjukkan suatu produktivitas primer sebagai petunjuk adanya kelompok ikan (Purwadhi, 1986).

Fitoplankton yang subur umumnya terdapat di perairan pantai dan pesisir atau di perairan lepas pantai dimana terjadi *upwelling* (Nontji, 1993). Kedua lokasi tersebut terjadi proses penyuburan karena adanya suplai nutrisi dalam jumlah besar melalui *run-off* dari daratan, sedangkan di daerah *upwelling* zat hara yang kaya terangkat dari lapisan lebih dalam ke arah permukaan. Jumlah plankton yang melimpah pada kedua wilayah tersebut memberikan fasilitas untuk proses hidup bagi biota laut lainnya, dampaknya terlihat pada meningkatnya populasi ikan serta menunjang produksi perikanan di wilayah tersebut.

2.2 Pengaruh El Nino dan Normal Terhadap Sebaran Ikan

El-Nino menurut sejarahnya adalah sebuah fenomena yang teramati oleh para penduduk Peru dan Ekuador yang tinggal di pantai sekitar *Samudera Pasifik* bagian timur menjelang hari Natal (Desember). El-Nino merupakan sebuah anomali hasil interaksi antara kondisi permukaan samudera dan atmosfer di kawasan Pasifik sekitar garis khatulistiwa (tropis) yang dapat menyebabkan penyimpangan iklim global.

Kondisi normal (tidak dipengaruhi oleh fenomena El Nino dan La Nina), massa air di perairan tropis memiliki suhu permukaan laut yang lebih hangat yaitu melingkupi hampir $1/3 - 1/2$ bagian dari keseluruhan massa air permukaan. Massa air tersebut terutama terdapat di perairan *Samudera Hindia* bagian Timur dan perairan *Samudera Pasifik* bagian Barat, sedangkan massa air permukaan yang lebih dingin pada keadaan normal hampir mendominasi perairan pantai Pasifik Amerika Selatan dan perairan equatorial. Tetapi pada saat terjadi El Nino, pola parameter perairan samudera dan kondisi atmosfer di atasnya akan berubah secara dramatis yaitu terjadi penghangatan massa air di sepanjang equator dan perairan pantai barat Amerika Selatan. Adanya penghangatan tersebut, tekanan udara di pantai Amerika Selatan menjadi rendah dan angin pasat melemah. Sebaliknya, tekanan udara di Pasifik bagian Barat menjadi tinggi dan massa air di perairan *Samudera Pasifik* bagian Barat dan *Samudera Hindia* bagian Timur

menjadi dingin. Hal ini menyebabkan perairan internal Indonesia mendapat suplai massa air relatif lebih dingin yang dibawa oleh arus lintas Indonesia (Arlindo) dari *Samudera Pasifik* (Gordon dan Fine, 1996).

Kehadiran El Nino di Indonesia tidak hanya berdampak negatif, seperti kekeringan yang biasanya diikuti dengan kebakaran hutan, tetapi penyimpangan iklim ini juga memberikan sebuah keuntungan di sektor perikanan yaitu terdapat kelimpahan ikan di perairan Indonesia (Susanto dan Amarullah, 1999). Anomali suhu dan arus laut yang terjadi di wilayah perairan Indonesia menimbulkan fenomena oseanografis yang mempengaruhi tingkat kesuburan perairan, seperti *upwelling*, *front*, pola arus permukaan dan suhu permukaan laut yang dimungkinkan mempengaruhi keberadaan ikan di perairan tersebut (Amri, 2000). Saat El Nino, massa air laut di Samudera Pasifik bergerak ke arah timur, dari wilayah Kepulauan Nusantara menuju ke wilayah perairan Amerika Latin. Hal ini menyebabkan terjadinya kekosongan massa air di perairan nusantara yang mempengaruhi pembentukan wilayah *upwelling* dan berpotensi ikan (Soesilo, 2003).

Pendugaan potensi ikan dengan indikator wilayah *upwelling* pada periode El Nino sebelumnya telah diteliti oleh Fadli Syamsudin dari BPPT dengan judul penelitian "Melacak Lokasi Tongkol di *Selat Sunda*". Penelitian menggunakan analisis data citra satelit NOAA dan TOPEX/ERS-2 (Februari 2001 – April 2002) untuk identifikasi sebaran suhu permukaan laut dan anomali tinggi permukaan laut. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa wilayah *upwelling* meluas pada saat musim timur dan lebih meluas lagi pada saat terjadi El Nino, sehingga musim timur yang dibarengi terjadinya El Nino merupakan waktu paling ideal untuk menangkap ikan.

El Nino pada tahun 2006 menurut Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) merupakan El Nino dengan tingkatan lemah, hal ini karena wilayah yang dipengaruhi hanya sebagian wilayah Indonesia yaitu bagian selatan khatulistiwa (Badan Meteorologi dan Geofisika, 2007). Kehadiran El Nino dapat dideteksi dengan menggunakan berbagai indikator, salah satunya dengan menggunakan Nilai Indeks Osilasi Selatan (IOS) yaitu nilai selisih antara tekanan udara (P) di Tahiti dan Darwin (Australian Government Bureau of Meteorology, 2007).

Tabel 2.1. Hubungan antara Nilai IOS dengan fenomena yang akan terjadi

No	Nilai IOS (P Tahiti-P Darwin)	Fenomena yang akan terjadi
1	Di bawah - 10 selama 6 bulan	El Nino kuat
2	- 5 s/d - 10 selama 6 bulan	El Nino lemah-sedang
3	- 5 s/d + 5 selama 6 bulan	Normal
4	+ 5 s/d 10 selama 6 bulan	La Nina lemah – sedang
5	Di atas + 10 selama 6 bulan	La Nina kuat

Keterangan: Sumber: Effendy, 2001

P : Tekanan

Berdasarkan data nilai indeks osilasi selatan yang diperoleh dari Badan Meteorologi Australia, El Nino yang terjadi pada tahun 2006 merupakan El Nino tingkat lemah - sedang dimana nilai indeks osilasi selatan berkisar antara -5 sampai -15 (lihat lampiran 4) yang terjadi selama 6 bulan yaitu dimulai dari bulan Mei – Oktober. Menurut para ahli, periode ulang kejadian El-Nino yaitu setiap dua sampai tiga tahun sekali untuk El Nino lemah dan El Nino kuat terjadi setiap delapan sampai sebelas tahun sekali. Lamanya fenomena ini berlangsung antara 6 sampai 18 bulan (Effendy, 2001).

2.3 Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Deteksi Suhu Permukaan Laut dan Konsentrasi Klorofil-a

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah atau gejala yang dikaji (Lillesand dan Kiefer, 1979 dalam Sutanto, 1986). Cara kerja system ini yaitu dengan mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari obyek tersebut baik yang dipantulkan, diemisikan maupun dihambur balik.

Alat yang digunakan dalam penginderaan jauh adalah berupa sensor, umumnya sensor akan dipasang pada wahana (platform) yaitu salah satunya dengan menggunakan wahana satelit (Sutanto, 1986). Penggunaan satelit akan memungkinkan untuk memonitor daerah yang sulit dijangkau dengan metode dan wahana lain. Satelit dengan orbit tertentu dapat memonitor seluruh permukaan bumi. Satelit – satelit yang digunakan dalam penginderaan jauh terdiri dari satelit lingkungan, cuaca dan sumberdaya alam.

Satelit NOAA-AVHRR dan Aqua - MODIS adalah satelit lingkungan dan cuaca yang salah satu penggunaannya untuk memperoleh informasi kelautan, seperti suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a. Suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a merupakan faktor penting untuk penentuan dan penilaian suatu wilayah potensi ikan di samping faktor lain. Kontur suhu yang memperlihatkan gradien suhu rapat dibandingkan sekitarnya dan memiliki konsentrasi klorofil-a yang tinggi diduga sebagai wilayah potensi ikan (Hasyim, 2004).

2.3.1 Satelit NOAA-AVHRR Untuk Deteksi Suhu Permukaan Laut

Satelit NOAA merupakan satelit cuaca pengamat lingkungan dan cuaca yang didesain pada pertengahan tahun 1970. Satelit ini memiliki orbit polar yang setiap orbit memerlukan waktu ± 104 menit. Satelit NOAA dimiliki Departemen Perdagangan Amerika Serikat, diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan dioperasikan oleh NOAA (LAPAN, 2004).

Sensor yang dibawa satelit NOAA adalah:

1. *Tiros Operational Vertical Sounder* (TOVS) berfungsi untuk mengamati dan menghitung agihan suhu, ketebalan atmosfer dan kandungan uap air dari permukaan bumi sampai lapisan stratosfer.
2. *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) untuk pengamatan lingkungan dan cuaca, sensor AVHRR memiliki lima saluran dengan panjang gelombang dan daerah spektrum yang khas.
3. *Space environment monitor* (SEM) untuk mendeteksi proton matahari, partikel alpha, rapat fluks elektron dan energi total partikel pada ketinggian satelit.
4. *Data collection system* (DCS) berfungsi untuk mengumpulkan, menyimpan dan meneruskan data lingkungan dan cuaca global sesuai dengan sinyal informasi yang diterima dari platform di permukaan bumi.
5. *Search and rescue satellite aided tracking* (SARSAT) untuk keperluan SAR.



Sumber: NOAA-N Satellite, 2007

Gambar 2.3. Satelit NOAA

Sensor AVHRR adalah salah satu sensor yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi kelautan, seperti suhu permukaan laut sebagai indikator daerah *front termal* dengan menggunakan kombinasi dua kanal yaitu kanal 4 dan 5. Sensor AVHRR mempunyai 5 kanal yang mencakup spektrum radiasi *visible* sampai inframerah jauh. Hal tersebut memungkinkan untuk melakukan analisa multispektral sehingga menghasilkan resolusi yang baik mengenai informasi hidrologi dan parameter oseanografi lainnya.

Deteksi suhu permukaan laut dalam penelitian ini menggunakan data citra satelit NOAA-AVHRR. Data NOAA-AVHRR sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam proses estimasi suhu permukaan laut secara global dan kontinyu dalam suatu periode pengamatan. NOAA- AVHRR memiliki resolusi temporal yang sangat tinggi (dua kali sehari), sehingga hal ini dapat dibuat *isotherm* dalam periode harian, mingguan, atau periode – periode pengamatan lainnya. Pembuatan *isotherm* secara temporal akan memungkinkan untuk melihat gradien suhu yang berbeda-beda, dimana pada kontur suhu permukaan laut yang rapat dapat diprakirakan bahwa wilayah tersebut merupakan wilayah terjadinya *upwelling*, *front* maupun pengadukan permukaan laut yang umumnya merupakan indikator perairan subur. Diketuinya daerah perairan yang subur maka akan terlihat wilayah potensi ikan, karena migrasi ikan cenderung ke wilayah perairan yang subur (Hasyim, 2004).

Tabel 2.2. Potensi Pemanfaatan Sensor AVHRR

Kanal	Panjang Gel. NOAA-6,8,10,12 (μm)	Panjang Gel. NOAA-7,9,11 (μm)	Fungsi
1	0,58-0,68	0,58-0,68	Pemetaan awan di siang hari serta memantau salju dan es
2	0,725-1,10	0,725-1,10	Pemantauan perkembangan vegetasi
3A	-	1,58-1,64 (NOAA 15-16)	Pemetaan awan pada malam hari, pengukuran SPL, membedakan antara darat dan air, pemantauan aktivitas vulkanik dan kebakaran hutan.
3B	3,35-3,93	3,35-3,93	Pemetaan awan pada malam hari, pengukuran SPL, membedakan antara darat dan air, pemantauan aktivitas vulkanik dan kebakaran hutan.
4	10,30-11,5	10,3-11,3	Pemetaan awan baik siang ataupun malam hari, pengukuran SPL serta penelitian air tanah bagi pertanian.
5	11,30-12,50	11,5-12,5	Mempunyai fungsi sama dengan kanal 4.

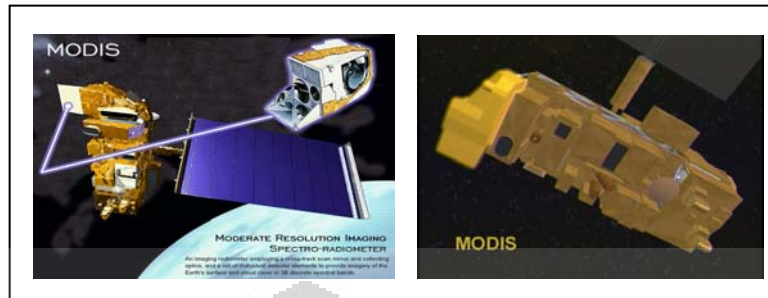
Sumber: U.S.Geological Survey, 2002

2.3.2 Satelit Aqua MODIS Untuk Deteksi Klorofil-a

Satelit Aqua adalah suatu satelit yang dimiliki oleh NASA dengan misi mengumpulkan informasi tentang siklus air di bumi, termasuk penguapan dari samudera, uap air di atmosfer, awan, presipitasi, kelembapan tanah, es yang ada di laut, es yang ada di darat serta salju yang menutupi daratan. Variabel yang diukur oleh Aqua MODIS antara lain aerosol, tumbuhan yang menutupi daratan, fitoplankton dan bahan organik terlarut di lautan, serta suhu udara daratan dan air (NASA, 2002).

Satelit Aqua membawa sensor MODIS yang mempunyai 36 kanal atau band spektral dengan kanal 1 – 19 dan 26 berada pada kisaran panjang gelombang *visible* dan infra merah dekat, sedangkan kanal – kanal selebihnya berada pada kisaran gelombang *thermal*. Selain itu juga memiliki resolusi spasial yang berbeda, yaitu dua kanal ada pada resolusi spasial 250 m (kanal 1-2), lima kanal

ada ada resolusi 500 m (kanal 3-7) dan sisanya 29 kanal pada 1000 m (kanal 8-36) (Suwargana dan Arief, 2004).



Sumber: NASA, 2002

Gambar 2.4. Satelit Aqua dan sensor MODIS

Satelit Aqua MODIS mempunyai orbit polar *sun-synchronous*, yang artinya satelit mengorbit bumi dengan arah lintasan dari utara – selatan dan akan melewati tempat-tempat yang terletak pada lintang yang sama dalam waktu lokal yang sama pula. Satelit melewati equator pada siang hari mendekati pukul 13.30 waktu lokal. Satelit mengelilingi bumi setiap satu sampai dua hari pada ketinggian 705 km (Senin, 2006).

Penginderaan jauh warna air laut adalah salah satu cara untuk mengetahui keadaan laut dan proses-proses yang terjadi di dalamnya, dimana pada sistem penginderaan jauh warna air laut terjadi transfer radiasi dalam sistem sinar matahari-perairan-sensor satelit (Ciptaningrum, 2005). Perubahan warna air laut disebabkan dari perubahan sifat optik / bioptik air laut akibat adanya bahan tersuspensi dan terlarut pada air laut (Susilo dan Budiman, 2003). Bahan utama yang mempengaruhi warna air laut adalah fitoplankton dan produk-produk turunannya, bahan-bahan sedimen anorganik dan bahan-bahan hasil penghancuran organisme laut dan terrestrial (material kuning). Sifat optik fitoplankton sangat dipengaruhi oleh kandungan pigmen yang ada dalam selnya. Pigmen fitoplankton ini beragam jenisnya dan setiap jenis fitoplankton mempunyai komposisi jenis pigmen yang berbeda. Klorofil-a adalah salah satu pigmen fotosintesis yang penting bagi tumbuhan yang ada di perairan khususnya fitoplankton. Hampir semua jenis fitoplankton mengandung pigmen klorofil-a, maka dengan alasan ini

penginderaan fitoplankton dilakukan melalui pengamatan konsentrasi klorofil-a sebagai indikator kelimpahan fitoplankton (Amri 2001).

Data MODIS pada satelit Aqua mampu memberikan informasi distribusi warna permukaan laut yang berkaitan dengan kandungan klorofil-a di suatu perairan. Penentuan konsentrasi klorofil-a dilaksanakan berdasarkan ratio radiansi atau reflektansi yang diukur dalam band *spectral visible* yaitu band biru dan hijau (band 10 dan band 12) (Suwargana dan arief, 2004).

2.3.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang pemanfaatan teknologi penginderaan jauh untuk pendugaan wilayah potensi ikan sebelumnya telah dilakukan, yaitu diantaranya oleh:

1. Sally Yarlis tahun 2003

Judul penelitian yaitu "Zona Ikan Perairan Pantai Selatan Jawa Bagian Barat". Masalah yang diangkat adalah bagaimana zona ikan pada perairan selatan Jawa bagian barat dari hasil analisis citra penginderaan jauh pada bulan April-Agustus tahun 2002?

Metode penelitian menggunakan metode deskriptif dengan membuat gambaran secara sistematis mengenai proses pengolahan data citra satelit NOAA dan SeaWiFS untuk memperoleh nilai suhu permukaan laut dan sebaran klorofil yang dapat memperlihatkan lokasi keberadaan ikan. Kesimpulan yang diperoleh yaitu:

- Perbedaan distribusi klorofil dan ketebalan *fronts* harian berpengaruh terhadap pergerakan zona ikan perairan pantai selatan Jawa bagian barat tiap bulannya.
- Zona ikan bulan April dan Mei (musim pancaroba) bergerak ke arah timur wilayah penelitian, yaitu di sepanjang daerah pesisir pantai.
- Zona ikan pada bulan Juni, Juli, Agustus (musim kemarau) bergerak ke arah barat wilayah penelitian.
- Tiap bulan akan selalu dijumpai titik-titik lintasan pergantian zona ikan yang sama.

2. Edy Purnomo tahun 2003

Judul penelitian yaitu "Wilayah Potensial Habitat Ikan Layang (*Decapterus SPP*) Di Laut Jawa Pada Musim Angin Timur", dan masalah yang diangkat dalam penelitian yaitu:

- Bagaimanakah karakteristik perairan di *Laut Jawa* pada musim angin timur?
- Dimanakah wilayah yang potensial untuk habitat ikan layang berdasarkan karakteristik perairan di *Laut Jawa* pada musim angin timur?

Penelitian menggunakan metode pendekatan spasial, dengan cara mengolah data citra satelit NOAA dan SeaWiFS untuk mendapatkan sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a yang kemudian dioverlaykan ke dua variabel tersebut dan salinitas dengan menggunakan metode SIG. Kesimpulan yang diperoleh yaitu:

- Karakteristik *Laut Jawa* pada musim angin timur (Juni-Agustus) sangat dipengaruhi oleh adanya arus permukaan laut yang mendorong salinitas tinggi (31-33 ‰) mengikuti pola arus ini, sehingga sebaran salinitas tinggi lebih banyak berada pada bagian timur wilayah penelitian bergerak ke barat mencapai puncak salinitas tinggi (32-35 ‰) pada bulan Agustus. Suhu permukaan laut di *Laut Jawa* hasil deteksi satelit NOAA pada musim angin timur tahun 2002 berada pada kisaran suhu 25-31 °C, sedangkan konsentrasi klorofil-a hasil deteksi sensor SeaWiFS berada pada kisaran 0,2-0,5 mg/m³.
- Wilayah potensial habitat ikan layang pada bulan Juni terdapat di perairan Serang dan di sebelah utara perairan Cirebon, dengan arah perubahan bergerak ke utara dan barat laut. Wilayah potensial habitat ikan layang pada bulan Juli terdapat di perairan Serang hingga di perairan sebelah utaranya dan tersebar di sebelah utara perairan Pulau Jawa bagian barat, wilayah potensial habitat ikan layang pada bulan Agustus terdapat di perairan Cirebon-Pekalongan, Semarang dan perairan Kepulauan Seribu. Semakin mendekati akhir musim angin timur, wilayah potensial habitat ikan layang meluas ke arah timur, sedangkan wilayah habitat di bagian barat wilayah penelitian, hanya dijumpai di sekitar perairan Serang dan Kepulauan Seribu.

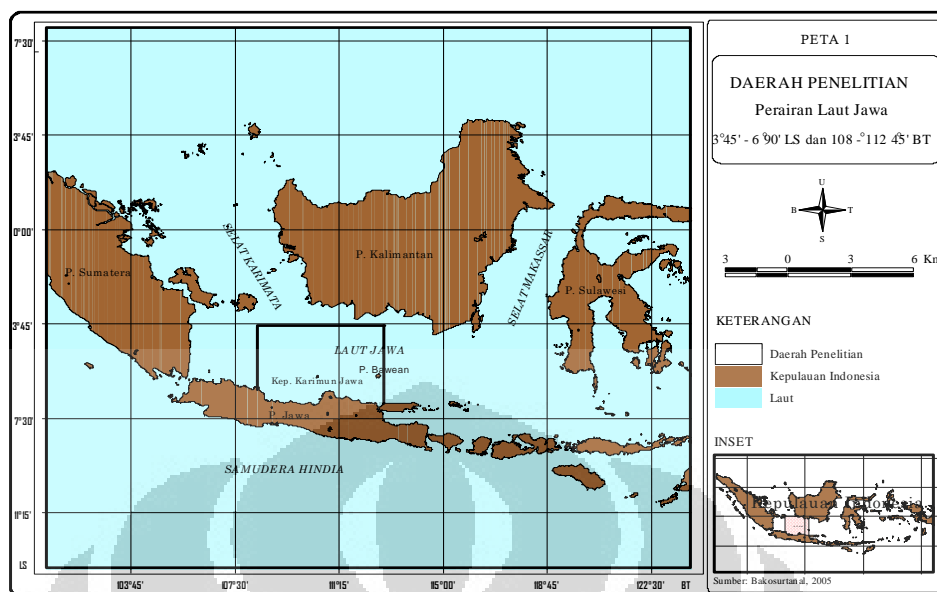
BAB III

GAMBARAN UMUM DAERAH PENELITIAN

3.1 Letak Geografis

Laut Jawa merupakan bagian dari Paparan Sunda, dimana Paparan Sunda merupakan paparan benua (*continental shelf*) terluas di dunia yang meliputi luas 1,8 juta km². Paparan ini menghubungkan antara Pulau-pulau Jawa, Kalimantan, dan Sumatera dengan daratan Asia. Hasil penelitian geologi menunjukkan bahwa Paparan Sunda merupakan daratan yang utuh menyatu dengan Jawa, Kalimantan, Sumatera dan Daratan Asia, dimana bekas-bekasnya masih dapat ditelusuri di dalam laut (Nontji, 1993). Wilayah penelitian merupakan bagian dari *Laut Jawa*, yaitu *Laut Jawa* bagian tengah dan timur.

Batas astronomis *Laut Jawa* berada diantara 3⁰ – 7⁰ LS dan 108⁰ – 116⁰ BT, tetapi wilayah yang diteliti dalam penelitian ini hanya berada pada letak astronomis 3⁰45' -6⁰90' LS dan 108⁰-112⁰ 45' BT. *Laut Jawa* terletak antara Pulau Kalimantan, Jawa, Sumatera, dan Sulawesi di gugusan kepulauan Indonesia yang memiliki luas ± 450.000 km² dengan panjang laut ± 1.450 km dari timur - barat dan 420 km dari utara – selatan (Encyclopedia Britannica Online, 2004). Laut ini umumnya mempunyai dasar yang rata dan melandai dari arah barat ke timur. Dekat pantai Sumatera Selatan kedalamannya sekitar 20 meter dan berangsur-angsur meningkat hingga di sebelah timur yang menghadap ke *Selat Makassar* menjadi sekitar 60-80 meter. Di *Laut Jawa* dapat dijumpai pulau karang yang terbenam yaitu di tepi timur laut ini, kira-kira di sebelah tenggara Pulau Laut. Pulau karang ini naik dari kedalaman 70 meter, topografi permukaannya sangat tak beraturan dengan titik tertinggi berada 10 meter di bawah permukaan. Endapan di *Laut Jawa* terutama terdiri dari lumpur dan lumpur pasir. Daerah berpasir terdapat sekitar tonjolan padas (*rock*) dan terumbu karang (Nontji, 1993).



Gambar 3.1. Peta wilayah penelitian

3.2 Iklim

Kondisi hidrologi perairan *Laut Jawa* sangat dipengaruhi oleh Musim Barat (Desember-Februari) yang banyak membawa hujan dan Musim Timur (Juni-Agustus) yang kering serta Musim Peralihan II (September-November) dan Musim Peralihan I (Maret-Mei) (Wyrcki, 1961). Musim Barat arah arus berasal dari *Laut Cina Selatan* ke *Laut Jawa* di sebelah timur Sumatera melalui proses pengenceran sehingga air yang bersalinitas tinggi terdorong ke sebelah timur, demikian pula sebaliknya perairan sebelah timur *Laut Jawa* berasal dari *Samudera Pasifik* dan *Samudera Hindia* yang bersalinitas tinggi sehingga kadar air yang bersalinitas rendah terdorong ke bagian barat. Keadaan salinitas pada Musim Timur di *Laut Jawa* ini cenderung tinggi hal ini disebabkan pada Musim Timur arus permukaan di Laut Jawa menuju ke barat dan massa air tersebut membawa salinitas yang berkadar tinggi (32 - 33,75 ‰). Massa air bersalinitas tinggi ini berasal dari *Laut Flores* yang memasuki *Laut Jawa* seiring dengan pergerakan arus permukaan pada Musim Timur ini yang menuju ke barat. Menurut Wyrcki (1961) pada Musim Timur di sekitar *Laut Banda* dan *Selat Makasar* bagian selatan terjadi *upwelling*, sehingga daerah sekitarnya menjadi subur. Kesuburan

perairan tersebut terbawa arus hingga ke *Laut Jawa* sehingga mengakibatkan *Laut Jawa* selama dan sesudah Musim Timur ini menjadi subur.

3.3 Kondisi Oseanografi

Keadaan umum perairan *Laut Jawa* dipengaruhi oleh kondisi geografis dan lingkungan oseanik dimana perairan ini bagian dari perairan wilayah Indonesia yang merupakan salah satu alur terpenting dalam siklus arus laut dunia, yaitu pada bagian timur terdapat Arlindo (Arus Lintas Indonesia), sedangkan di bagian barat terdapat Armondo (Arus Monsun Indonesia) (Kuswardani, 2007). Arlindo mengalir dari *Samudera Pasifik* bagian Barat menuju *Samudera Hindia* yang masuk melalui *Selat Makassar* dan keluar melalui *selat Lombok, Selat Ombai* dan *Laut Timor*. Armondo lebih dibangkitkan oleh sistem monsun Barat Laut dan Monsun Tenggara yang melewati *Selat Karimata* dan *Laut Jawa*. Karakteristik massa air yang ada di perairan Indonesia dengan demikian dipengaruhi oleh dua karakteristik massa air dari *Samudera Hindia* (Tenggara dan Timur) dan *Samudera Pasifik* (Barat) yang merupakan dua samudera besar yang berperan dalam mengontrol iklim dunia. Akibat adanya Arlindo, Monsun, sistem arus dunia maupun interaksi laut atmosfer mempengaruhi perubahan iklim global yang memicu kehadiran variabilitas iklim ekstrem, seperti El Nino dan La Nina serta berdampak pada karakteristik oseanografi dan dinamika fisik yang tidak seragam. Ketidakseragaman tersebut akan mempengaruhi kondisi potensi perikanan di wilayah perairan Indonesia termasuk di perairan *Laut Jawa* (Soesilo, 2004).

3.3.1 Kondisi Fisik

1. Suhu Permukaan Laut

Suhu permukaan laut di perairan *Laut Jawa* seperti di perairan Indonesia lainnya tidak banyak bervariasi dari bulan ke bulan atau fluktuasi suhu permukaan laut relatif kecil yaitu berkisar antara 28 – 31 °C (Hutabarat dan Evans, 1984). Hal ini disebabkan oleh posisi Indonesia yang terletak di equator sehingga memungkinkan adanya cahaya matahari sepanjang tahun. Meskipun variasi tahunan di perairan Indonesia khususnya *Laut Jawa* relatif kecil, namun

perbedaan yang diakibatkan oleh pengaruh fenomena iklim El Nino masih dapat terlihat.

Distribusi suhu permukaan laut secara horizontal biasanya dihubungkan dengan fenomena iklim musiman. Perairan Indonesia dipengaruhi oleh iklim angin monsoon, dimana pada saat angin muson timur suhu permukaan di perairan *Laut Jawa* lebih dingin. Hal ini menunjukkan adanya massa air bagian laut dalam masuk ke *Laut Jawa*. Sedangkan pada angin muson barat, angin kencang menyebabkan penguapan yang melebihi kemampuan penyinaran sehingga berakibat turunnya suhu. Udara basah yang terjadi pada musim barat memperkuat pendinginan, dan pada musim peralihan penyinaran melebihi penguapan, berakibat pemanasan air permukaan laut di perairan *Laut Jawa* sampai kedalaman 100 m (Nontji, 1993). Selain dipengaruhi oleh iklim angin monsoon, perairan Indonesia juga dipengaruhi oleh iklim skala global seperti El Nino, dimana pada saat terjadi El Nino suhu perairan laut Indonesia lebih dingin dibandingkan dengan periode normal. Hal ini disebabkan karena perairan internal Indonesia mendapat suplai massa air yang relatif lebih dingin yang dibawa oleh Arus Lintas Indonesia dari Samudera Pasifik Barat (Gordon dan Fine, 1996).

2. Arus Permukaan Laut

Pola arus di perairan Indonesia termasuk *Laut Jawa* sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh sifat angin musim (Monsoon) yang mengalami pembalikan arah dua kali setahun (Wyrski, 1961). Bulan Desember - April merupakan bulan yang dipengaruhi oleh angin musim dari Barat Laut, mencapai puncaknya pada bulan Desember - Februari, arus bergerak lebih cepat dari arah barat menuju ke timur. Bulan Mei-November dipengaruhi oleh angin musim dari tenggara, mencapai puncaknya pada bulan Juni-Agustus dimana angin bergerak dari timur ke barat. Sedangkan bulan Maret - Mei dan September - November disebut sebagai musim peralihan (pancaroba), di mana pada musim ini angin bertiup tidak menentu (Nontji, 1993). Selain dipengaruhi oleh sifat angin musim, arus perairan Indonesia juga dipengaruhi oleh sistem Arlindo yang memiliki pola pergerakan arus laut dari *Samudera Pasifik* menuju *Samudera Hindia*. Pergerakan arus laut ini akan

mempengaruhi perubahan iklim global, memicu kehadiran variabilitas iklim ekstrem, seperti El Nino dan La Nina (Soesilo, 2004).

Pergerakan arus dipengaruhi oleh angin yang bergerak di atasnya, dimana kecepatan arus yang terbentuk 2% dari kecepatan angin (Hutabarat dan Evans, 1984). Berdasarkan hasil pengamatan dari citra satelit QuikSCAT yang diperoleh dari alamat: www.ifremer.fr/cersat/facilities/browse/mwf/qscat_day, kecepatan angin bulanan yang bergerak di atas wilayah penelitian pada saat kondisi iklim ekstrem El Nino tahun 2006 lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi normal tahun 2007.

3.3.2 Kondisi Biologis

Sebaran konsentrasi klorofil-a di laut bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari dan konsentrasi nutrisi yang terdapat di dalam suatu perairan.

Perairan *Laut Jawa* dipengaruhi oleh perbedaan pola angin musim dan sistem Arlindo yang secara langsung mempengaruhi pola arus permukaan dan perubahan karakteristik suplai massa air yang diduga dapat mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap tingkat produktivitas perairan. Pengukuran produktivitas perairan dapat dilakukan dengan melihat persebaran konsentrasi klorofil-a karena klorofil-a merupakan pigmen yang terkandung dalam fitoplankton, sedangkan fitoplankton merupakan produsen primer sebagai pangkal rantai makanan dan dasar yang mendukung seluruh kehidupan (Nontji, 1993). Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi sepanjang tahun di perairan Indonesia termasuk perairan *Laut Jawa* terutama terjadi pada musim timur. Kisaran nilai berada di atas nilai rata-rata kandungan klorofil-a yaitu sebesar 0.24 mg/m^3 , dimana nilai rata-rata kandungan klorofil-a di perairan Indonesia adalah $0,19 \text{ mg/m}^3$, sedangkan pada musim barat nilai rata-rata kandungan klorofil-a sebesar $0,16 \text{ mg/m}^3$ (Nontji, 1984). Tingginya sebaran konsentrasi klorofil-a di perairan *Laut Jawa* dapat diasumsikan semakin tinggi pula kelimpahan plankton di perairan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Citra Satelit

Hasil perhitungan nilai suhu permukaan laut menggunakan analisis dari data citra NOAA – AVHRR dan konsentrasi klorofil-a dari data citra Aqua-MODIS dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.1. Nilai suhu permukaan laut hasil pengukuran citra satelit NOAA-AVHRR bulan Juni-Agustus tahun 2006 dan tahun 2007

No	Bulan	Tahun 2006		Tahun 2007	
		Awal Bulan (°C)	Akhir Bulan (°C)	Awal Bulan (°C)	Akhir Bulan (°C)
1	Juni	28,4-31,7	28,3-31,8	28,2-31,9	28,3-31,7
2	Juli	28,2-31,5	28,2-30,5	28,4-31,6	27,7-29,6
3	Agustus	28,3-29,8	27,7-30,6	27,6-29,7	27,8-30,3

Sumber: Hasil pengolahan data, 2008

Tabel 4.2. Nilai konsentrasi klorofil-a hasil pengukuran citra satelit Aqua-MODIS bulan Juni-Agustus tahun 2006 dan tahun 2007

No	Bulan	Tahun 2006		Tahun 2007	
		Awal Bulan (mg/m ³)	Akhir Bulan (mg/m ³)	Awal Bulan (mg/m ³)	Akhir Bulan (mg/m ³)
1	Juni	0,58-1,62	0,56-1,91	0,5-1,59	0,6-1,3
2	Juli	0,6-1,5	0,6-1,9	0,53-1,79	0,69-1,63
3	Agustus	0,44-3,3	0,46-2,76	0,8-2,96	0,58-1,57

Sumber: Hasil pengolahan data, 2008

Nilai suhu permukaan laut dalam penelitian ini diklasifikasikan menjadi 10 kelas dan nilai konsentrasi klorofil-a diklasifikasikan menjadi 3 kelas tanpa memperhitungkan sebaran awan.

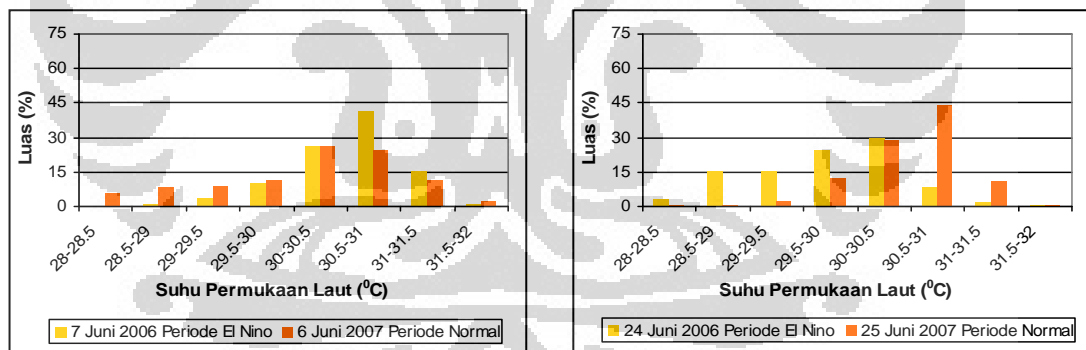
4.1.1 Suhu Permukaan Laut

1. Bulan Juni

Deteksi suhu permukaan laut citra satelit NOAA-AVHRR bulan Juni periode El Nino menggunakan perekaman tanggal 7 dan 24 Juni 2006

menunjukkan distribusi suhu permukaan laut pada wilayah penelitian berkisar antara 28 – 32 °C. Sedangkan pada periode normal, menggunakan perekaman tanggal 6 dan 25 Juni 2007, menunjukkan kisaran suhu permukaan laut yang sama dengan periode El Nino yaitu 28 – 32 °C. Meskipun demikian, berdasarkan perhitungan luas tiap kelas suhu permukaan laut, wilayah penelitian didominasi oleh suhu permukaan laut yang tidak sama antara periode El Nino dengan periode normal.

Berdasarkan grafik 4.1a, distribusi suhu permukaan laut wilayah penelitian pada awal bulan Juni periode El Nino tahun 2006 lebih hangat dibandingkan dengan periode normal tahun 2007. Awal bulan Juni periode El Nino tahun 2006, wilayah penelitian didominasi oleh kisaran suhu 30,5-31 °C dan kisaran suhu dengan persebaran minimum yaitu 28-28,5 °C terdapat di perairan utara Lamongan atau sekitar Pulau Bawean. Sedangkan pada periode normal tahun 2007, wilayah penelitian lebih didominasi oleh kisaran suhu 30-30,5 °C yang tersebar hampir merata dan suhu dengan sebaran minimum yaitu 31,5 – 32 °C terdapat di perairan utara Cirebon sampai Pekalongan.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

Grafik 4.1. Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir bulan

Berbeda dengan perekaman citra sebelumnya, sebaran suhu permukaan laut akhir bulan Juni periode El Nino tahun 2006 menunjukkan suhu yang lebih dingin dibandingkan dengan periode normal tahun 2007 (grafik 4.1b). Akhir bulan Juni periode El Nino tahun 2006 wilayah penelitian didominasi oleh kisaran suhu

30-30,5 °C dan suhu dengan sebaran minimum yaitu 31.5-32 °C terdapat di perairan utara Pekalongan sampai Semarang. Sedangkan pada periode normal tahun 2007 didominasi oleh kisaran suhu 30,5-31 °C yang penyebarannya hampir merata dan sebaran minimum yaitu kisaran suhu 28-28,5 °C terdapat di perairan utara Cirebon, perairan sekitar Kepulauan Karimun Jawa dan Pulau Bawean. Gambaran visual distribusi suhu permukaan laut awal dan akhir bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007 dapat dilihat pada peta 2, 3, 4 dan 5.

Secara geografis, penyebaran suhu permukaan laut wilayah penelitian awal dan akhir bulan Juni periode El Nino tahun 2006 yaitu semakin ke arah timur pada wilayah penelitian persebaran suhu permukaan laut semakin dingin, dan ke arah utara, barat dan selatan semakin hangat. Sedangkan pada awal bulan Juni periode normal tahun 2007 yaitu semakin ke arah timur, utara pada wilayah penelitian persebaran suhu permukaan laut semakin dingin, ke arah barat dan selatan semakin hangat, dan pada akhir bulan Juni periode ini wilayah penelitian mempunyai persebaran suhu permukaan laut yang merata.

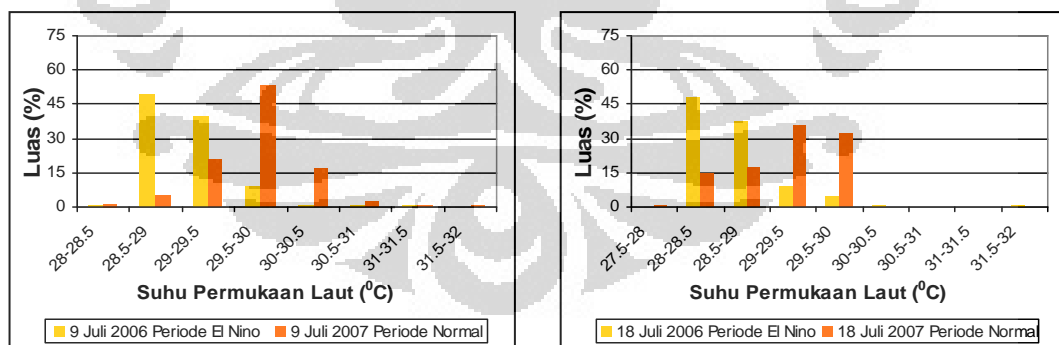
Analisis sebaran suhu permukaan laut digunakan untuk identifikasi wilayah *front termal*. *Front termal* yang terbentuk pada periode El Nino awal bulan Juni tahun 2006 terdapat 21 lokasi dengan kisaran suhu 30,2 – 31,3 °C dan 30 lokasi pada akhir bulan dengan kisaran suhu 29,7 – 31,2 °C. Sedangkan periode normal awal bulan Juni tahun 2007, wilayah *front termal* yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan dengan periode El Nino yaitu terdapat 18 lokasi dengan kisaran suhu 29,5 – 31 °C dan 14 lokasi dengan kisaran suhu 29,5 – 30,8 °C pada akhir bulan Juni tahun 2007.

2. Bulan Juli

Distribusi suhu permukaan laut bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 menggunakan data citra satelit NOAA-AVHRR perekaman tanggal 9 dan 18. Hasil deteksi periode El Nino tahun 2006, sebaran suhu permukaan laut wilayah penelitian berada pada kisaran suhu yang sama dengan bulan Juni yaitu 28-32 °C dan periode normal tahun 2007 berada pada kisaran suhu 27,5-32 °C.

Grafik 4.2a di bawah ini menunjukkan sebaran suhu permukaan laut periode El Nino awal bulan Juli tahun 2006 lebih dingin dibandingkan dengan periode normal tahun 2007. Awal bulan Juli periode El Nino tahun 2006, wilayah penelitian didominasi oleh kisaran suhu 28.5-29 °C dan suhu dengan sebaran minimum terdapat di pesisir pantai Cirebon sampai Lamongan yaitu dengan kisaran suhu 31.5-32 °C. Sedangkan pada periode normal tahun 2007, wilayah penelitian lebih didominasi oleh suhu 29.5-30 °C dan suhu dengan sebaran minimum terdapat di perairan utara Cirebon sampai Semarang dengan kisaran suhu yang sama dengan periode El Nino.

Kondisi sebaran suhu permukaan laut wilayah penelitian pada akhir bulan Juli sama dengan kondisi pada awal bulan yaitu sebaran suhu permukaan laut periode El Nino tahun 2006 lebih dingin dibandingkan dengan periode normal tahun 2007 (grafik 4.2b). Periode El Nino tahun 2006 wilayah penelitian didominasi oleh kisaran yang sama dengan perekaman citra sebelumnya, sedangkan sebaran suhu permukaan laut pada periode normal tahun 2007 didominasi oleh kisaran suhu 29-29,5 °C dan suhu dengan sebaran minimum yaitu 27,5 – 28 °C terdapat di perairan utara Pekalongan sampai Lamongan. Gambaran distribusi suhu permukaan laut awal dan akhir bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 dapat dilihat pada peta 6, 7, 8 dan 9.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

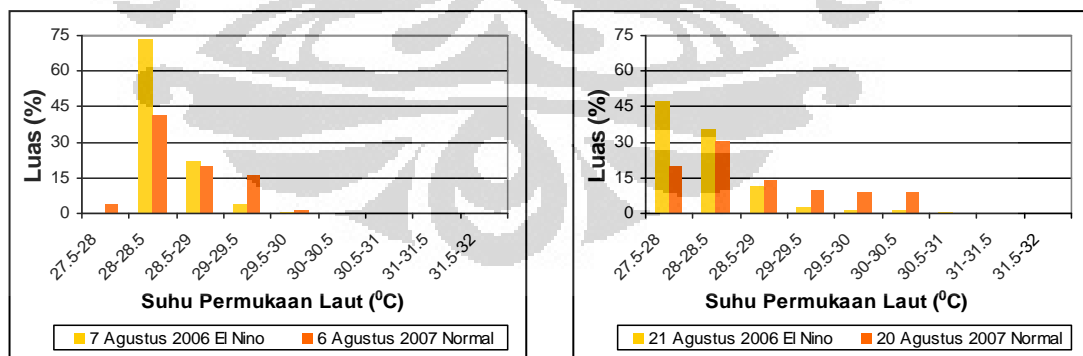
Grafik 4.2. Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Juli periode El-Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir bulan

Secara geografis, sebaran suhu permukaan laut bulan Juli pada periode El Nino tahun 2006 yaitu semakin ke arah utara dan barat pada wilayah penelitian sebaran suhu permukaan laut semakin dingin, dan ke arah timur dan selatan semakin hangat. Sedangkan bulan Juli periode normal tahun 2007 yaitu semakin ke arah timur sebaran suhu permukaan laut semakin dingin, dan semakin ke arah utara, barat dan selatan pada wilayah penelitian semakin hangat.

Lokasi *front termal* hasil analisis sebaran suhu permukaan laut bulan Juli periode El Nino tahun 2006 diperoleh 27 lokasi dengan kisaran suhu 28,5 – 29,7 °C pada awal bulan dan 26 lokasi dengan kisaran suhu 28,5 – 29,5 °C pada akhir bulan. Sedangkan awal dan akhir bulan Juli periode normal tahun 2007 terdapat 21 lokasi dengan kisaran suhu 29 – 30,8 °C dan 17 lokasi dengan kisaran suhu 28,8 – 29,6 °C.

3. Bulan Agustus

Suhu permukaan laut yang diperoleh menggunakan citra satelit NOAA-AVHRR untuk bulan Agustus periode El Nino digunakan dua tanggal perekaman yaitu tanggal 7 dan 21 Agustus 2006 dan periode normal menggunakan tanggal 6 dan 20 Agustus 2007. Berdasarkan analisis dari data tersebut, sebaran suhu permukaan laut wilayah penelitian pada bulan Agustus lebih dingin dibandingkan dengan dua bulan sebelumnya yaitu berada pada kisaran suhu 27,5-28 °C.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

Grafik 4.3. Persentase luas tiap kelas suhu permukaan laut bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir bulan

Deteksi suhu permukaan laut awal bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 (grafik 4.3a) menunjukkan dominasi kisaran suhu yang sama yaitu 28 – 28,5 °C, sedangkan kisaran suhu 29,5 – 30 °C yang merupakan suhu dengan sebaran minimum terdapat di pesisir pantai Pekalongan pada periode El Nino tahun 2006 dan di perairan utara Cirebon dan pesisir pantai Pekalongan pada periode normal tahun 2007.

Periode akhir bulan Agustus berdasarkan hasil analisis pengolahan citra yang ditampilkan dalam grafik 4.3b menunjukkan kondisi sebaran suhu permukaan laut wilayah penelitian periode El Nino 2006 sama dengan rata-rata kondisi suhu permukaan laut dua bulan sebelumnya yaitu lebih dingin dibandingkan dengan periode normal 2007. Hal ini disebabkan karena wilayah penelitian menerima massa air dari *Samudera Pasifik* bagian Barat dan *Samudera Hindia* bagian Timur yang pada saat terjadi El Nino kondisi sebaran suhu permukaan lautnya relatif lebih dingin, sehingga mempengaruhi sebaran suhu permukaan laut di wilayah penelitian. Periode El Nino tahun 2006, wilayah penelitian didominasi oleh kisaran suhu 27,5-28 °C dan kisaran suhu 30,5 - 31 °C merupakan suhu dengan sebaran minimum yang terdapat di pesisir pantai Cirebon sampai Lamongan dan pesisir pantai Kalimantan. Sedangkan periode normal 2007, wilayah penelitian lebih didominasi oleh kisaran suhu 28 – 28,5 °C dan suhu dengan sebaran minimum yaitu 29,5 – 30 °C terdapat di perairan utara Cirebon dan pesisir pantai Pekalongan. Namun pada citra perekaman ini sebagian tertutup awan sehingga kurang bisa maksimal dalam interpretasi citra. Gambaran distribusi suhu permukaan laut wilayah penelitian pada awal dan akhir bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 dapat dilihat pada peta 10, 11, 12 dan 13.

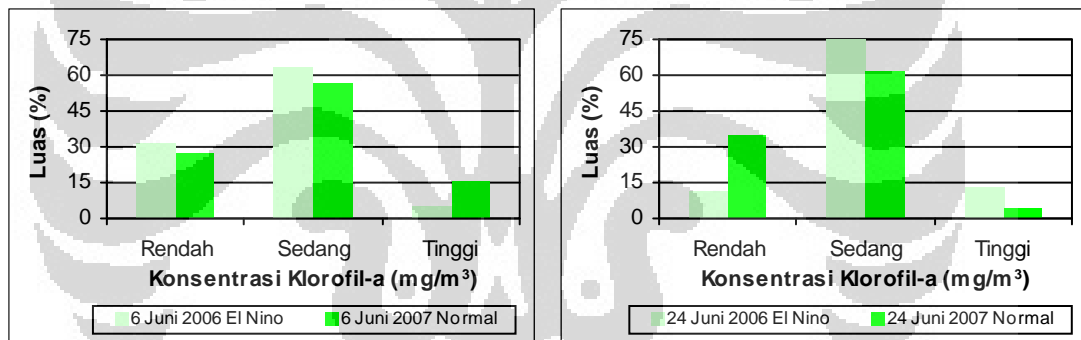
Secara geografis, persebaran suhu permukaan laut bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 yaitu semakin ke arah utara dan barat sebaran suhu permukaan laut semakin dingin, dan ke arah timur dan selatan semakin hangat. Sedangkan pada bulan Agustus periode normal tahun 2007, semakin ke arah timur dan utara pada wilayah penelitian sebaran suhu permukaan laut semakin dingin, dan ke arah barat dan selatan semakin hangat.

Wilayah *front termal* periode El Nino bulan Agustus tahun 2006 yang terbentuk berdasarkan hasil analisis sebaran suhu permukaan laut diperoleh 34 lokasi dengan kisaran suhu 28,3 – 28,7 °C pada awal bulan dan 29 lokasi dengan kisaran suhu 28,1 – 28,7 °C pada akhir bulan. Sedangkan periode normal awal bulan Agustus tahun 2007 terdapat 32 lokasi dengan kisaran suhu 28,2 – 28,9 °C dan akhir bulan Agustus terdapat 26 lokasi dengan kisaran suhu 28 – 30,2 °C.

4.1.2 Konsentrasi Klorofil-a

1. Bulan Juni

Deteksi pigmen klorofil-a dengan citra satelit Aqua-MODIS bulan Juni periode El Nino menggunakan data citra perekaman tanggal 6 dan 24 Juni 2006, demikian juga periode normal menggunakan data citra perekaman tanggal 6 dan 24 Juni 2007.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

Grafik 4.4. Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Juni Periode El-Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir bulan

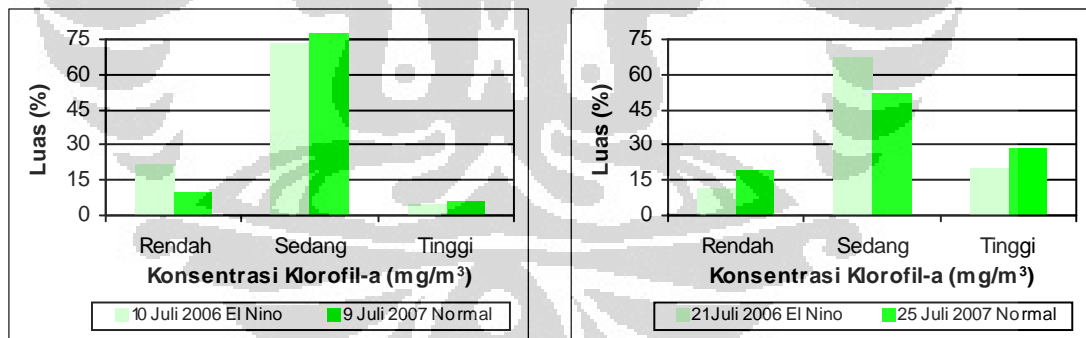
Grafik 4.4 menunjukkan perbandingan luas kandungan konsentrasi klorofil-a wilayah penelitian awal dan akhir bulan Juni periode El Nino 2006 dan periode normal 2007. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa wilayah penelitian pada bulan Juni dua periode iklim tersebut didominasi oleh konsentrasi klorofil-a kelas sedang (0,31-1 mg/m³), dimana mempunyai persebaran merata. Sedangkan kelas tinggi (>1 mg/m³) merupakan konsentrasi klorofil-a dengan sebaran minimum yang persebarannya terdapat di pesisir pantai Cirebon sampai

Lamongan, perairan sekitar Pulau Bawean, dan di pesisir pantai Kalimantan pada periode El Nino tahun 2006 dan persebaran merata di wilayah penelitian pada awal bulan Juni periode normal tahun 2007, serta di pesisir pantai Cirebon sampai Rembang, pesisir pantai Kalimantan pada akhir bulan Juni periode normal tahun 2007. Gambaran visual sebaran konsentrasi klorofil-a bulan Juni pada periode El Nino 2006 dan periode normal 2007 dapat dilihat pada peta 14, 15, 16 dan 17.

Persebaran horisontal konsentrasi klorofil-a secara umum di wilayah penelitian pada bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007 yaitu semakin jauh dari sistem daratan (Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan) atau ke arah laut lepas wilayah penelitian, nilai kandungan konsentrasi klorofil-a semakin menurun.

2. Bulan Juli

Citra Aqua-MODIS yang digunakan untuk mendeteksi sebaran konsentrasi klorofil-a wilayah penelitian bulan Juli periode El Nino yaitu perekaman tanggal 10 dan 21 Juli 2006 dan periode normal menggunakan perekaman tanggal 9 dan 25 Juli 2007.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

Grafik 4.5. Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Juli periode El-Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir bulan

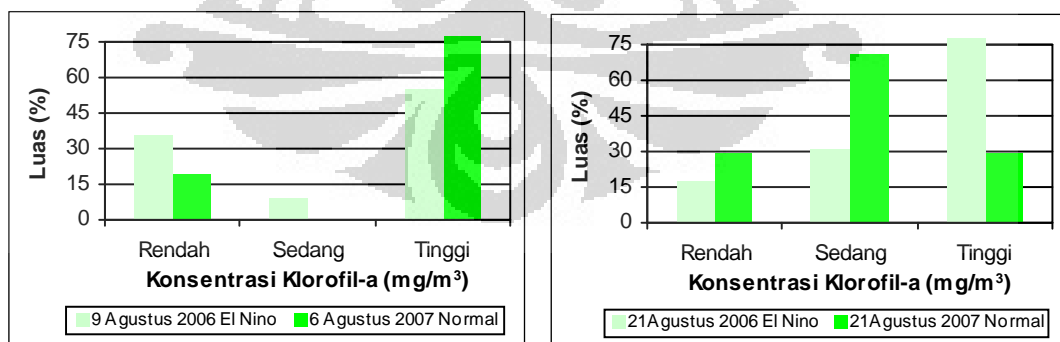
Berdasarkan grafik 4.5, sebaran konsentrasi klorofil-a di wilayah penelitian pada awal dan akhir bulan Juli baik periode El Nino tahun 2006

maupun periode normal tahun 2007 sama dengan bulan sebelumnya yaitu didominasi oleh konsentrasi klorofil-a kelas sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$) yang persebarannya merata di wilayah penelitian. Sedangkan konsentrasi klorofil-a dengan sebaran minimum yaitu berada pada kelas tinggi ($> 1 \text{ mg/m}^3$) di awal bulan Juli yang persebarannya di pesisir pantai utara Cirebon sampai Lamongan, pesisir pantai Kalimantan, dan kelas rendah ($< 0,3 \text{ mg/m}^3$) di akhir bulan Juli, persebarannya terdapat di pesisir pantai Cirebon, Semarang sampai Rembang, dan pesisir pantai Kalimantan pada periode El Nino 2007, sedangkan pada akhir bulan Juli periode normal tahun 2007 persebaran konsentrasi klorofil-a lebih meluas sampai ke lepas pantai *Laut Jawa*. Gambaran visual persebaran konsentrasi klorofil-a bulan Juli periode El Nino 2006 dan periode normal 2007 dapat dilihat pada peta 18, 19, 20 dan 21.

Persebaran konsentrasi klorofil-a secara horisontal di wilayah penelitian pada bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 sama dengan bulan Juni, yaitu semakin jauh dari sistem daratan (Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan) sebaran konsentrasi klorofil-a semakin rendah.

3. Bulan Agustus

Pigmen klorofil-a bulan Agustus pada periode El Nino dideteksi menggunakan data citra perekaman tanggal 9 dan 21 Agustus 2006 dan periode normal menggunakan citra perekaman tanggal 6 dan 21 Agustus 2007.



Sumber: Pengolahan data, 2008

(a)

(b)

Grafik 4.6. Persentase luas tiap kelas konsentrasi klorofil-a bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007; (a) Awal bulan, (b) Akhir Bulan

Grafik 4.6a menunjukkan bahwa distribusi konsentrasi klorofil-a di wilayah penelitian awal bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007 didominasi oleh konsentrasi klorofil-a kelas tinggi ($>1 \text{ mg/m}^3$), sedangkan konsentrasi dengan sebaran minimum berada pada kelas sedang ($0,31 - 1 \text{ mg/m}^3$) yang persebarannya terdapat di lepas pantai wilayah penelitian untuk periode El Nino dan di perairan utara Pekalongan sampai Lamongan untuk periode normal.

Berbeda dengan awal bulan Agustus, sebaran konsentrasi klorofil-a akhir bulan Agustus periode El Nino 2006 didominasi oleh konsentrasi kelas tinggi ($>1 \text{ mg/m}^3$) dan periode normal 2007 didominasi oleh konsentrasi kelas sedang ($0,31 - 1 \text{ mg/m}^3$) (grafik 4.6b). Sedangkan sebaran konsentrasi minimum berada pada kelas konsentrasi rendah ($<0,31 \text{ mg/m}^3$) yang persebarannya di perairan utara Rembang dan Lamongan. Persebaran konsentrasi klorofil-a awal dan akhir bulan Agustus periode El Nino 2006 dan normal 2007 dapat dilihat pada peta 22, 23, 24 dan 25.

4.2 Arus Permukaan Laut

Analisis arus permukaan laut dilakukan dengan menjelaskan secara deskriptif tentang arah arus dan kecepatan angin yang bergerak di atas wilayah penelitian.

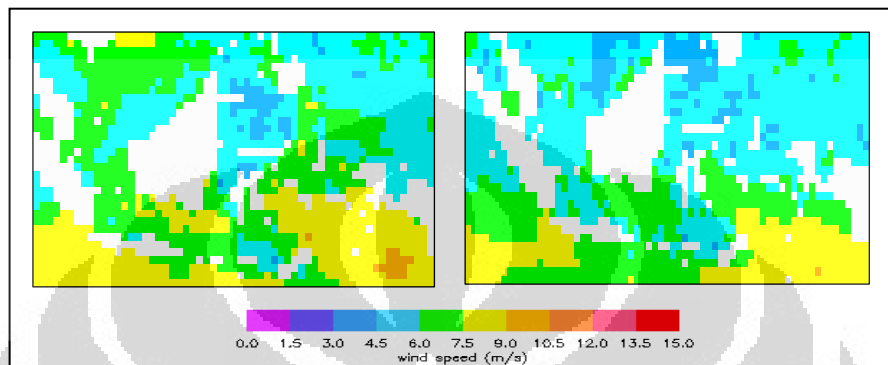
1. Bulan Juni

Faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Data kecepatan angin di wilayah penelitian diperoleh dari pengamatan citra satelit QuikSCAT.

Bulan Juni periode El Nino tahun 2006 (gambar 4.1a), kecepatan angin yang bergerak di wilayah penelitian lebih tinggi dibandingkan dengan normal tahun 2007 (gambar 4.1b), hal ini berarti kecepatan arus permukaan yang dibangkitkan juga lebih tinggi.

Kecepatan angin yang bergerak di atas wilayah penelitian pada bulan Juni periode El Nino tahun 2006 cukup bervariasi, yaitu $4,5 - 6,0 \text{ m/s}$ bergerak di pesisir utara Pekalongan sampai Semarang, $6,0 - 7,5 \text{ m/s}$ bergerak di sebagian

besar wilayah penelitian dan 7,5 - 9,0 m/s bergerak di perairan sebelah selatan Kalimantan. Sedangkan periode normal tahun 2007, kecepatan angin yang bergerak di atas wilayah penelitian yaitu 4,5 - 6,0 m/s mengalir di perairan sebelah utara Semarang sampai ke arah barat wilayah penelitian dan 6,0 -7,5 m/s mengalir di sebagian besar wilayah penelitian.



Sumber: NASA, 2000.

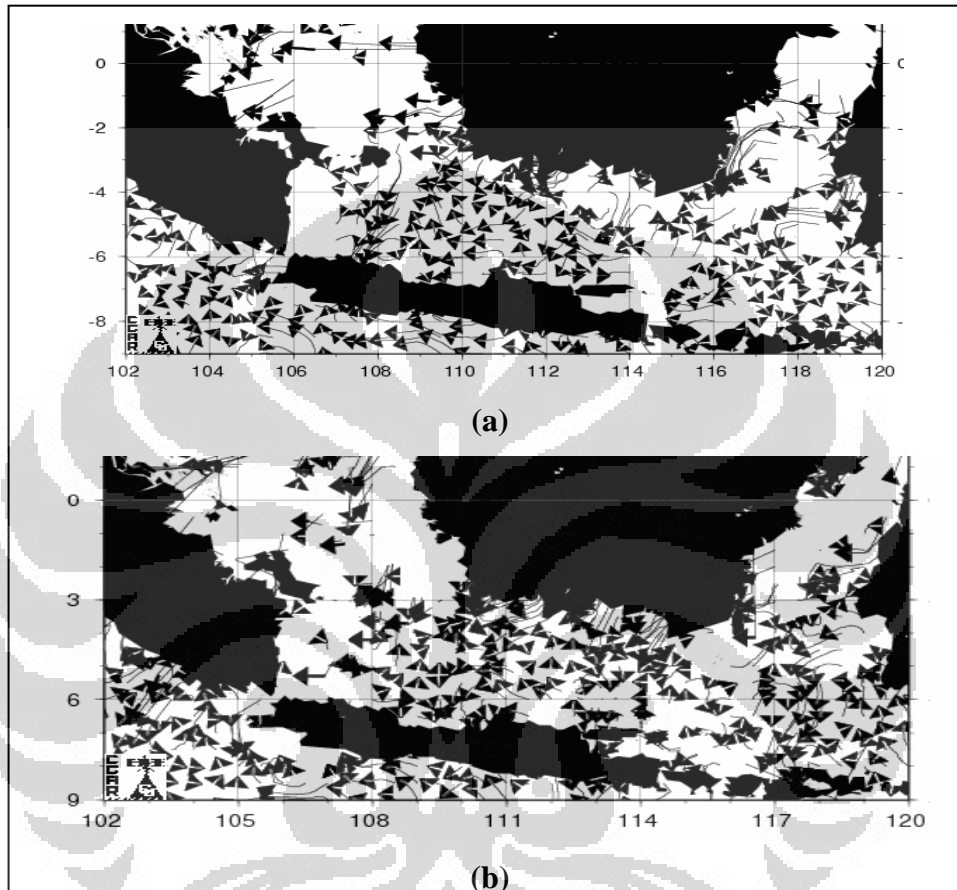
(a)

(b)

Gambar 4.1. Kecepatan angin di wilayah perairan Indonesia pada bulan Juni; (a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007

Arah arus permukaan mengikuti arah angin yang ada. Gambaran pergerakan arus di wilayah penelitian bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007 dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini. Gambar 4.2a menunjukkan arah arus permukaan laut bulan Juni periode El Nino tahun 2006 yaitu arus dari *Selat Makassar* bergerak ke selatan menuju *Samudera Hindia* melalui *Selat Lombok*. Tetapi terdapat sebagian arus yang dibelokkan ke arah timur yaitu ke *Laut Banda* dan sebagian berbalik arah ke utara menuju *Selat Makassar* dan ke barat menuju perairan *Laut Jawa*. Sehingga pada perairan *Selat Makassar* bagian selatan dan perairan sekitar *Laut Flores* akan terjadi kekosongan massa air yang dimungkinkan menimbulkan *upwelling* yang kaya zat hara. Zat hara tersebut sebagian akan terbawa ke *Laut Jawa*, karena pada bulan ini angin Muson Timur mulai berkembang. Arah arus di wilayah penelitian bergerak sejajar dengan daratan (Pulau Jawa) dari timur ke arah barat wilayah penelitian, selain itu juga arus di wilayah penelitian (perairan utara Cirebon) masih dipengaruhi oleh

arus dari barat yaitu dari *Selat Karimata*. Perairan utara Rembang terlihat arah arus menjauhi sistem daratan, yang dimungkinkan mempengaruhi terbentuknya wilayah *front termal*. Hal serupa juga terlihat di perairan utara Pekalongan sampai Cirebon dengan cakupan lebih luas.



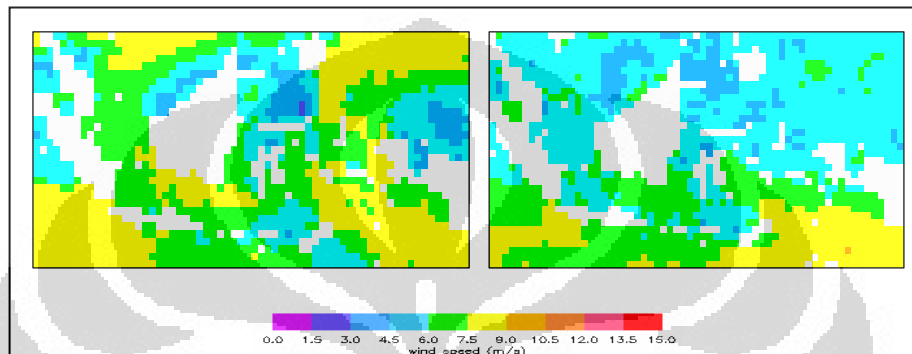
Sumber: Colorado Center for Astrodynamics Research, 2008

Gambar 4.2. Arah arus permukaan laut di wilayah penelitian bulan Juni
(a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007.

Bulan Juni periode normal tahun 2007, pergerakan atau arah arus di wilayah penelitian sama dengan bulan Juni periode normal tahun 2007 yaitu dari timur ke arah barat, tetapi cenderung mengarah ke sistem daratan yaitu di perairan utara Pekalongan sampai Semarang, sehingga pada perairan ini diduga terjadi *sinking* yang miskin kandungan ikan. Hal ini karena arus bergerak ke bawah

ketika mencapai pantai dan menenggelamkan massa air permukaan bersamaan dengan zat hara sehingga menghambat perkembangan fitoplankton. Arah arus yang menjauhi sistem daratan masih dapat terlihat pada periode ini yaitu di perairan utara Lamongan, Rembang dan Cirebon yang dimungkinkan berpotensi ikan (gambar 4.2b).

2. Bulan Juli



Sumber: NASA, 2000.

(a)

(b)

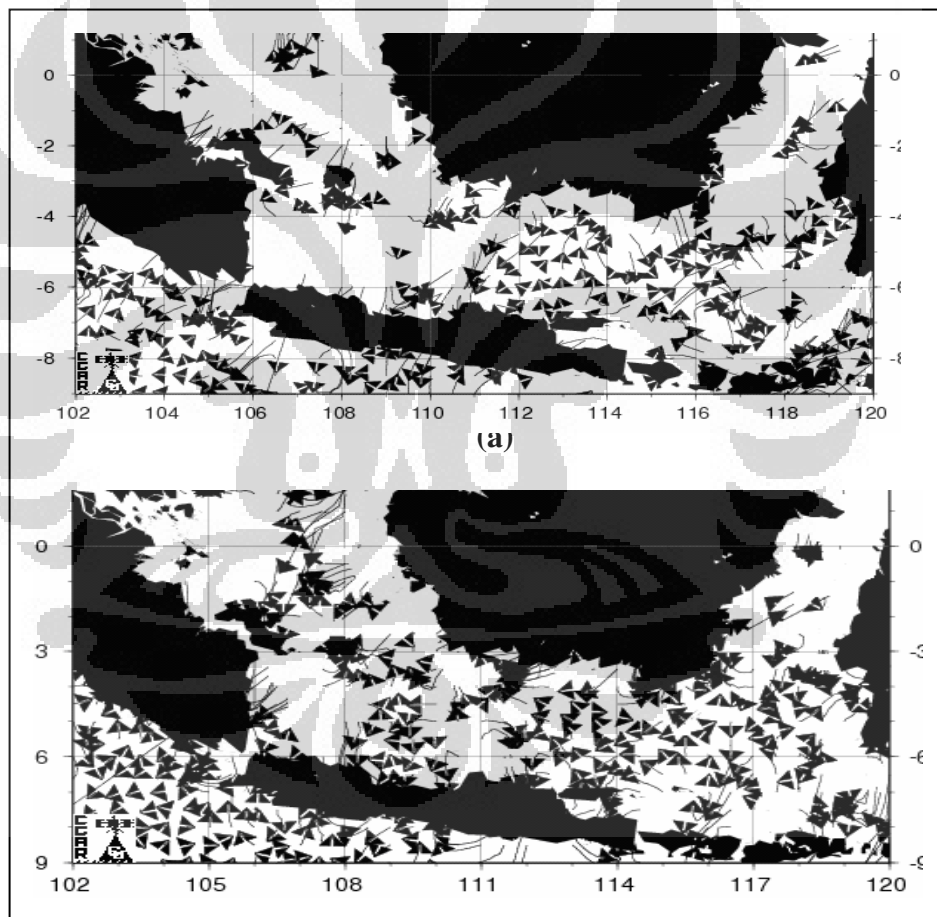
Gambar 4.3. Kecepatan angin di wilayah perairan Indonesia pada bulan Juli;
(a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007

Kecepatan angin di wilayah penelitian bulan Juli periode El Nino tahun 2006 yaitu 7,5 – 9,0 m/s bergerak di perairan selatan Kalimantan dan 6,0 – 7,5 m/s bergerak di perairan utara Cirebon sampai pesisir pantai Lamongan (gambar 4.3a). Sedangkan periode normal tahun 2007 yaitu 6,0 – 7,5 m/s dan 4,5 – 6,0 m/s mengalir di utara Semarang sampai ke barat wilayah penelitian (gambar 4.3b), dengan demikian kecepatan angin yang bergerak dan kecepatan arus permukaan laut di wilayah penelitian bulan Juli periode El Nino tahun 2006 lebih tinggi dibandingkan dengan periode normal 2007.

Arah arus permukaan di wilayah penelitian bulan Juli sama dengan bulan Juni yaitu dipengaruhi oleh angin Musim Timur. Arus bergerak dari timur ke barat yang cenderung mengarah ke sistem daratan dan pada bulan ini arus di wilayah penelitian sudah tidak dipengaruhi oleh arus dari barat. Meskipun demikian, masih dapat terlihat arah arus yang menjauhi sistem daratan yaitu di perairan

Pekalongan dan Lamongan pada periode El Nino (gambar 4.4a) dan di perairan utara Cirebon, Pekalongan dan Lamongan pada periode normal (gambar 4.4b)

Aliran lapisan permukaan air yang menjauhi daratan atau pantai mengakibatkan massa air dingin yang berasal dari lapisan dalam akan naik menggantikan kekosongan massa air permukaan sekaligus membawa zat hara, sehingga pada lapisan permukaan terbentuk wilayah *front termal* yaitu wilayah dengan suhu lebih rendah dibandingkan sekitarnya dan mengandung banyak zat hara yang dapat mendukung perkembangan fitoplankton. Perkembangan fitoplankton di lapisan permukaan menarik zooplankton untuk bermigrasi ke tempat tersebut dan selanjutnya oleh ikan yang lebih besar.

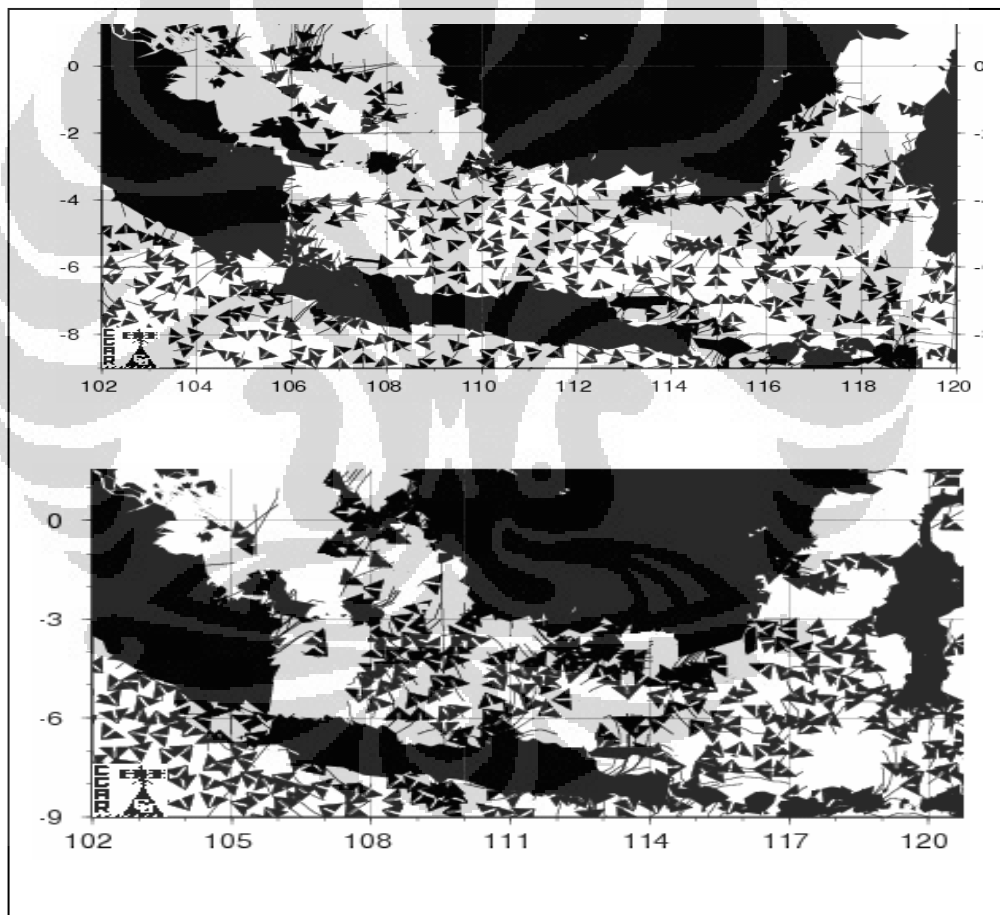


Sumber: Colorado Center for Astrodynamics Research, 2008

Gambar 4.4. Arah arus permukaan laut di wilayah penelitian bulan Juli
(a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007.

2. Bulan Agustus

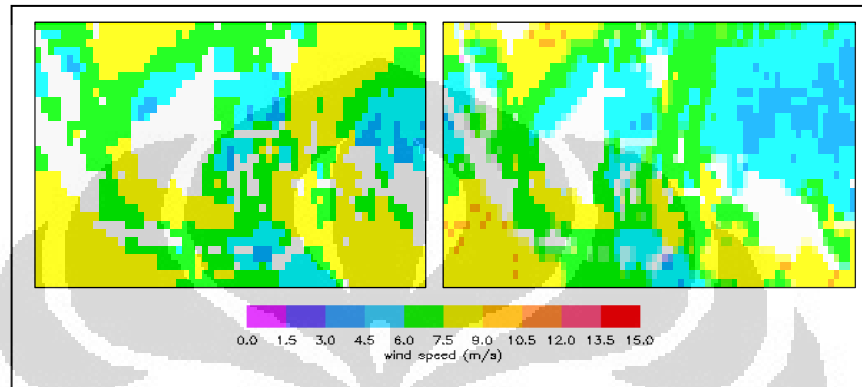
Bulan Agustus merupakan puncak dari Musim Timur, angin bergerak dari timur ke arah barat dan menimbulkan arus permukaan laut. Arus permukaan di wilayah penelitian pada bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 seperti yang terlihat pada gambar 4.5a di bawah ini menunjukkan arah arus cenderung bergerak sejajar dengan sistem daratan dan bergerak menjauhi sistem daratan, dimana arah arus demikian sebagai indikasi terbentuknya wilayah *front termal* yang kayakesuburan perairan. Arah arus menjauhi sistem daratan pada periode ini memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan dua bulan sebelumnya yang terlihat di perairan utara Cirebon sampai Lamongan.



Sumber: Colorado Center for Astrodynamics Research, 2008

Gambar 4.5. Arah arus permukaan laut wilayah penelitian bulan Agustus
(a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007

Demikian halnya pada bulan Agustus periode normal tahun 2007 (gambar 4.5b), arah arus cenderung bergerak menjauhi sistem daratan terlihat di perairan utara Cirebon sampai Semarang dan pada bagian timur wilayah penelitian arus cenderung menjauhi sistem daratan Pulau Kalimantan dan bergerak menuju ke sistem daratan Rembang sampai Lamongan. Arus ini akan menuju *Samudera Hindia* dengan melewati *Selat Sunda*.



Sumber: NASA, 2000.

(a)

(b)

Gambar 4.6. Kecepatan angin yang bergerak di wilayah penelitian bulan Agustus (a) periode El Nino tahun 2006, (b) periode normal tahun 2007

Kecepatan angin yang bergerak di wilayah penelitian bulan Agustus lebih tinggi dibandingkan dengan dua bulan sebelumnya, sehingga kekuatan arus yang terbentuk juga demikian mendorong proses pengadukan permukaan laut lebih tinggi dan pembentukan wilayah *front termal* lebih luas. Selain itu juga arus yang kuat mendorong zat hara dari wilayah *upwelling* seperti *Laut Banda*, *Laut Flores* dan *Selat Makassar* bagian Selatan, sehingga pada wilayah penelitian kaya kandungan zat hara yang dapat merangsang perkembangan fitoplankton. Bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 (gambar 4.6a), kecepatan angin yang bergerak di sebagian besar wilayah penelitian yaitu 7,5 – 9,0 m/s dan 6,0 – 7,5 m/s bergerak di pesisir pantai Semarang sampai ke arah barat dan pesisir pantai Lamongan. Sedangkan periode normal tahun 2007 (gambar 4.6b), yaitu kecepatan 7,5 – 9,0 m/s bergerak di perairan selatan Kalimantan dan 6,0 – 7,5 m/s bergerak di pesisir utara Lamongan sampai ke arah barat wilayah penelitian.

4.3 Distribusi Wilayah Kesuburan Perairan

Wilayah kesuburan perairan dalam penelitian ini diperoleh dengan cara melakukan penampalan (*overlay*) antara wilayah *front termal* hasil analisis dari data suhu permukaan laut dengan sebaran tingkat konsentrasi klorofil-a dan arah arus permukaan laut. Gambaran deskriptif perbedaan wilayah kesuburan perairan antara periode iklim El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 disajikan dalam dua periode pengamatan yaitu awal bulan dan akhir bulan.

4.3.1 Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Juni

1. Wilayah Kesuburan Perairan Awal Bulan Juni

a. Periode El Nino Awal Bulan Juni Tahun 2006

Analisa persebaran wilayah kesuburan perairan awal bulan Juni periode El Nino 2006 dilakukan dengan cara menampalkan citra NOAA – AVHRR perekaman tanggal 7 dan citra Aqua – MODIS perekaman tanggal 6. Hasil yang diperoleh menunjukkan sebaran wilayah perairan subur memiliki cakupan lebih luas, yaitu di perairan utara Cirebon yang berjarak ± 40 km - 140 km dari pantai. Wilayah perairan subur pada periode bulan ini juga diperoleh di sekitar perairan utara Pekalongan sampai Lamongan ± 56 km dari pantai atau sekitar Kepulauan Karimun Jawa, dan diantara wilayah perairan subur ditemukan wilayah perairan sangat subur yaitu di perairan utara Pekalongan yang memiliki cakupan lebih sempit. Gambaran sebaran wilayah perairan subur dan wilayah perairan sangat subur awal bulan Juni periode El Nino tahun 2006 dapat dilihat pada peta 26.

b. Periode Normal Awal Juni Tahun 2007

Persebaran wilayah kesuburan perairan awal bulan Juni periode normal 2007 diperoleh dari hasil penampalan citra NOAA – AVHRR dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 6 yang menghasilkan wilayah perairan subur dan wilayah perairan sangat subur. Distribusi wilayah kesuburan perairan pada periode ini hampir sama dengan periode awal bulan Juni tahun El Nino, dimana wilayah perairan subur memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan wilayah perairan

sangat subur. Wilayah perairan subur pada periode ini berada di perairan utara Cirebon, Pekalongan dan Semarang \pm 60 km dari pantai. Sedangkan wilayah perairan sangat subur terdapat di perairan utara Pekalongan dan Semarang yang memiliki cakupan lebih sempit. Wilayah perairan subur masih dapat ditemui di perairan utara Rembang dan Lamongan. Besarnya cakupan wilayah kesuburan perairan pada periode ini dapat dilihat pada peta 28.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Awal Bulan Juni

Wilayah kesuburan perairan yang terbentuk pada awal bulan Juni periode El Nino 2006 memiliki cakupan wilayah yang lebih luas dibandingkan dengan periode normal 2007 yaitu berada di perairan utara Cirebon sampai Semarang atau sekitar Kepulauan Karimun Jawa. Perbedaan sebaran wilayah kesuburan perairan dua periode iklim tersebut cenderung ke arah selatan atau mendekati sistem daratan. Hal ini disebabkan karena banyaknya klorofil-a di perairan tersebut yang merupakan hasil *run off* dari daratan ke dalam air laut sehingga wilayah sekitar perairan tersebut menjadi baik untuk perkembangan fitoplankton sebagai produsen primer. Tetapi pada perairan utara Rembang, cakupan wilayah kesuburan perairan periode El Nino 2006 lebih sempit dibandingkan dengan periode normal 2007 dengan arah perbedaan sebaran wilayah potensi terlihat cenderung ke arah timur laut. Gambaran perbedaan wilayah kesuburan perairan awal bulan Juni periode El Nino 2006 dan normal 2007 dapat dilihat pada peta 38.

2. Wilayah Kesuburan Perairan Akhir Bulan Juni

a. Periode El Nino Akhir Bulan Juni Tahun 2006

Akhir bulan Juni periode El Nino tahun 2006, hanya wilayah perairan subur yang terlihat di wilayah penelitian yang merupakan hasil penampalan citra NOAA – AVHRR dan citra Aqua – Modis perekaman tanggal 24. Wilayah perairan sangat subur tidak terlihat pada periode ini karena wilayah *front termal* yang terbentuk berada pada konsentrasi klorofil-a kelas sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$) yang mendominasi wilayah penelitian. Persebaran wilayah perairan subur di wilayah penelitian pada periode ini yaitu dari perairan utara Cirebon sampai

Rembang yang berjarak $\pm 28 - 130$ km dari pantai, dimana perairan utara Pekalongan memiliki cakupan sebaran wilayah subur lebih luas dibandingkan dengan perairan lainnya, sedangkan perairan utara Rembang paling sempit cakupan wilayah kesuburannya. Gambaran visual sebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni periode El Nino 2006 dapat dilihat pada peta 27.

b. Periode Normal Akhir Bulan Juni Tahun 2007

Sama halnya dengan periode El Nino tahun 2006 akhir bulan Juni, periode normal tahun 2007 akhir bulan Juni di wilayah penelitian juga hanya terlihat wilayah perairan subur yang merupakan penampalan data citra NOAA – AVHRR perekaman tanggal 25 dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 24. Persebaran wilayah perairan subur pada periode ini terlihat di perairan utara Cirebon (± 80 km dari pantai), perairan utara Pekalongan (± 30 km dari pantai), perairan utara Semarang (± 33 km dari pantai) dan perairan utara Rembang (± 86 km dari pantai), dimana pada perairan utara Pekalongan memiliki cakupan wilayah yang subur lebih luas dibandingkan dengan perairan lainnya dan perairan utara Semarang yang paling sempit wilayah kesuburannya. Peta 29 menunjukkan sebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni periode normal 2007 di wilayah penelitian.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Akhir Bulan Juni

Analisa perbedaan wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni yaitu dengan melakukan penampalan peta wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni periode El Nino 2006 dan normal 2007. Hasil yang diperoleh menunjukkan sebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni periode El Nino 2006 memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan periode normal 2007. Hal ini dipengaruhi oleh distribusi suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil-a yang tersebar di wilayah penelitian, dimana pada akhir bulan Juni periode El Nino 2006 sebaran suhu permukaan laut lebih dingin dibandingkan dengan periode normal 2007 yang menunjukkan banyaknya wilayah *front termal* yang terbentuk, selain itu juga didukung oleh sebaran konsentrasi klorofil-a yang merata sehingga wilayah tersebut menjadi habitat ikan yang subur.

Perbedaan persebaran wilayah kesuburan yang terbentuk antara dua periode iklim tersebut cenderung ke arah utara di perairan utara Cirebon sampai Pekalongan, sedangkan di perairan utara Rembang cenderung ke arah selatan atau mendekati wilayah pesisir pantai. Peta perbedaan wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juni periode El Nino 2006 dan normal 2007 dapat dilihat pada peta 39.

4.3.2 Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Juli

1. Wilayah Kesuburan Perairan Awal Bulan Juli

a. Periode El Nino Awal Bulan Juli Tahun 2006

Analisa wilayah kesuburan perairan awal bulan Juli merupakan hasil penampalan dari citra NOAA –AVHRR perekaman tanggal 9 dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 10 yang menghasilkan wilayah perairan subur di perairan utara Pekalongan dengan jarak dari pantai ± 20 km. Sebaran wilayah perairan subur pada periode ini juga terlihat di perairan utara Rembang sampai Lamongan atau sekitar Pulau Bawean yang berjarak ± 18 km dari pantai sampai ke tengah *Laut Jawa*. Peta persebaran wilayah kesuburan perairan awal bulan Juli periode El Nino 2006 dapat dilihat pada peta 30.

b. Periode Normal Awal Bulan Juli Tahun 2007

Wilayahkesuburan perairan periode normal awal bulan Juli tahun 2007 merupakan hasil penampalan citra NOAA – AVHRR dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 9 Juli 2006 dan 2007. Distribusi wilayah kesuburan perairan periode ini masih berada di perairan utara Pekalongan sampai Lamongan. Perairan utara Pekalongan memiliki cakupan wilayah subur lebih luas dibandingkan dengan perairan lainnya yang berjarak $\pm 20 - 80$ km dari pantai. Wilayah perairan subur periode ini juga berada di perairan utara Semarang yang berjarak ± 49 km dari pantai dan di lepas pantai perairan utara Lamongan yang berjarak ± 100 km dari pantai. Selain itu, wilayah perairan subur dapat ditemui di

perairan utara Rembang sampai Lamongan. Gambaran persebaran wilayah kesuburan perairan periode ini dapat dilihat pada peta 32.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Awal Bulan Juli

Persebaran wilayah kesuburan perairan awal bulan Juli antara periode El Nino 2006 dengan periode normal 2007 tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan. Peta 40 merupakan hasil penampalan peta wilayah kesuburan perairan periode ini yang menunjukkan sebaran wilayah perairan subur awal bulan Juli periode El Nino 2006 sedikit lebih luas dibandingkan dengan periode normal 2007 yaitu berada di perairan utara Rembang dan Lamongan dengan perbedaan persebaran ke arah utara dan timur. Tetapi pada perairan utara Semarang sebaran wilayah perairan subur periode normal tahun 2007 lebih luas dibandingkan dengan periode El Nino tahun 2006 dengan perbedaan sebaran cenderung ke arah utara.

2. Wilayah Kesuburan Perairan Periode Akhir Bulan Juli

a. Periode El Nino Akhir Bulan Juli Tahun 2006

Analisa wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juli periode El Nino tahun 2006 menggunakan hasil penampalan dari citra NOAA – AVHRR dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 21, dan gambaran hasilnya dapat dilihat pada peta 31. Gambaran hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan persebaran wilayah perairan subur membentuk dua tempat yaitu perairan utara Pekalongan dan perairan utara Semarang sampai Lamongan atau sekitar Pulau Bawean, dimana pada perairan utara Semarang sampai Lamongan memiliki cakupan wilayah perairan subur lebih luas dibandingkan dengan di perairan utara Pekalongan. Wilayah perairan subur di perairan utara Pekalongan berjarak $\pm 20 - 90$ km dari pantai dan di perairan utara Semarang sampai Lamongan berjarak $\pm 60 - 130$ km dari pantai.

b. Periode Normal Akhir Bulan Juli Tahun 2007

Berbeda dengan akhir bulan Juli periode El Nino 2006, akhir bulan Juli periode normal 2007 wilayah kesuburan perairan yang dihasilkan dari penampalan citra NOAA – AVHRR perekaman tanggal 21 dan Aqua – MODIS tanggal 25 menunjukkan tidak hanya terdapat wilayah perairan subur tetapi juga terdapat wilayah perairan sangat subur yang memiliki cakupan lebih luas. Persebaran wilayah perairan sangat subur terdapat di perairan utara Pekalongan yang berjarak ± 30 km dan ± 100 km dari pantai, selain itu juga terdapat di perairan utara Rembang (± 25 km dan ± 130 km dari pantai). Sedangkan wilayah perairan subur ditemukan berada di sekeliling wilayah sangat subur yaitu di perairan utara Pekalongan, Rembang dan Lamongan dengan cakupan wilayah yang lebih sempit dibandingkan dengan periode-periode sebelumnya. Sebaran wilayah perairan subur dan sangat subur Akhir bulan Juli periode normal 2007 dapat dilihat pada peta 33.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Akhir Bulan Juli

Pengamatan persebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juli periode El Nino tahun 2006 dan periode normal tahun 2007 pada peta 41 hasil penampalan peta wilayah kesuburan perairan dua periode iklim tersebut menunjukkan letak wilayah kesuburan perairan yang tidak sama karena adanya pengaruh gerakan arus permukaan yang berbeda. Gerakan arus permukaan mendorong konsentrasi klorofil-a dan perubahan suhu permukaan laut wilayah habitat ikan. Akhir bulan Juli periode El Nino 2006, gerakan arus permukaan di wilayah penelitian dan sekitarnya memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan periode normal 2007. Hal ini akan mempengaruhi proses pengadukan air laut yang dapat mengangkat massa zat hara dari dalam laut dan zat hara ini digunakan untuk mendukung perkembangan dan pertumbuhan fitoplankton sebagai produsen primer. Tingginya proses pengadukan yang terjadi dan kandungan konsentrasi klorofil-a, maka wilayah kesuburan perairan yang terbentuk juga semakin luas. Peta 41 terlihat bahwa wilayah kesuburan perairan akhir bulan Juli periode El Nino tahun 2006 memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan akhir bulan Juli periode normal tahun 2007 baik di perairan

utara Pekalongan, Rembang maupun Lamongan dengan perbedaan persebaran cenderung ke arah barat.

4.3.3 Wilayah Kesuburan Perairan Bulan Agustus

1. Wilayah Kesuburan Perairan Periode Awal Bulan Agustus

a. Periode El Nino Awal Bulan Agustus Tahun 2006

Gambaran wilayah kesuburan perairan periode El Nino awal bulan Agustus tahun 2006 diperoleh dari hasil penampalan citra satelit NOAA – AVHRR perekaman tanggal 7 dan citra satelit Aqua – MODIS perekaman tanggal 9 yang disajikan dalam peta 34. Peta tersebut menunjukkan persebaran wilayah perairan subur dan wilayah perairan sangat subur, dimana persebaran wilayah perairan sangat subur memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan wilayah perairan subur yang terdapat di perairan utara Cirebon dengan jarak ± 34 km – 98 km dari pantai dan di perairan utara Pekalongan - Semarang dengan jarak ± 18 km – 130 km dari pantai. Sedangkan wilayah perairan subur berada di sekitar area perairan sangat subur yang ditemukan di perairan utara Pekalongan, Rembang dan Lamongan.

b. Periode Normal Awal Bulan Agustus Tahun 2007

Analisa distribusi wilayah kesuburan perairan awal bulan Agustus periode normal tahun 2007 menggunakan hasil penampalan citra NOAA – AVHRR dan Aqua - MODIS perekaman tanggal 6. Hasil yang diperoleh disajikan dalam peta 36 yang menggambarkan persebaran wilayah perairan subur dan wilayah perairan sangat subur. Persebaran wilayah perairan subur terdapat di perairan utara Semarang ± 80 km dari pantai, perairan utara Rembang ± 20 km – 60 km dari pantai dan perairan utara Lamongan yang memiliki sebaran wilayah subur paling sempit yaitu terdapat ± 23 km dari pantai. Sedangkan persebaran wilayah perairan sangat subur terdapat di perairan utara Cirebon sampai Pekalongan yang cakupan wilayahnya lebih luas dibandingkan dengan perairan lainnya, selain itu juga ditemukan di perairan utara Semarang dan Lamongan.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Awal Bulan Agustus

Gambaran perbedaan persebaran wilayah kesuburan perairan awal bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007 disajikan dalam peta 42 yang memperlihatkan wilayah kesuburan perairan awal bulan Agustus periode El Nino 2006 memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan periode normal 2007 yaitu di perairan utara Cirebon - Pekalongan dengan perbedaan sebaran cenderung ke arah utara, sedangkan di perairan utara Semarang cenderung ke arah selatan atau mendekati sistem daratan. Tetapi pada perairan utara Rembang sampai Lamongan terjadi kondisi sebaliknya, yaitu persebaran wilayah kesuburan perairan periode normal tahun 2007 lebih luas dengan perbedaan sebaran cenderung ke arah utara.

2. Wilayah Kesuburan Perairan Periode Akhir Bulan Agustus

a. Periode El Nino Akhir Bulan Agustus Tahun 2006

Analisa persebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Agustus periode El Nino tahun 2006 menggunakan data citra NOAA – AVHRR perekaman tanggal 21 dan Aqua –Modis perekaman tanggal 22 dengan cara penampalan (*overlay*). Hasil yang diperoleh menunjukkan persebaran wilayah perairan sangat subur memiliki cakupan lebih luas dibandingkan dengan persebaran wilayah perairan subur. Persebaran wilayah perairan sangat subur terdapat di perairan utara Semarang \pm 40 km dari pantai dan perairan utara Rembang sampai Lamongan dengan jarak dari pantai \pm 23 km sampai laut lepas. Wilayah perairan sangat subur periode ini juga ditemukan di perairan utara Cirebon dan Pekalongan tetapi dengan cakupan lebih sempit. Sedangkan persebaran wilayah perairan subur terdapat diantara wilayah sangat subur yaitu di perairan utara Pekalongan dan perairan utara Rembang sampai Lamongan. Sebaran wilayah perairan subur dan perairan sangat subur akhir bulan Agustus periode El Nino 2006 dapat dilihat pada peta 39.

b. Periode Normal Akhir Bulan Agustus Tahun 2007

Gambaran distribusi wilayah kesuburan perairan akhir bulan Agustus periode normal tahun 2007 menggunakan hasil penampalan citra NOAA – AVHRR perekaman tanggal 21 dan Aqua – MODIS perekaman tanggal 22 yang cenderung mengelompok di bagian barat dan timur wilayah penelitian, yaitu di perairan utara Cirebon dan perairan utara Rembang sampai Lamongan. Di bagian barat wilayah penelitian atau di perairan utara Cirebon cakupan wilayah perairan subur lebih luas dibandingkan dengan wilayah perairan sangat subur, sedangkan di bagian timur sebaliknya dimana wilayah perairan sangat subur yang lebih luas cakupannya. Persebaran wilayah perairan subur di perairan utara Cirebon berada dalam jarak ± 20 km – 140 km dari pantai dan di perairan utara Rembang sampai Lamongan berada ± 20 km dari pantai. Sedangkan persebaran wilayah perairan sangat subur terdapat ± 100 km dari pantai Cirebon dan ± 70 km - 120 km dari pantai Rembang sampai Lamongan. Peta 37 menunjukkan persebaran wilayah kesuburan perairan akhir bulan Agustus periode normal tahun 2007.

c. Perbedaan Wilayah Kesuburan Perairan Akhir Bulan Agustus

Secara umum persebaran wilayah kesuburan perairan bulan Agustus di wilayah penelitian lebih luas dibandingkan dengan bulan Juni dan Juli baik pada periode El Nino tahun 2006 maupun periode normal tahun 2007. Hal ini disebabkan karena bulan Agustus merupakan puncak musim timur, dimana pada wilayah penelitian banyak terbentuk wilayah *front termal* sehingga zat hara dari dalam laut muncul ke permukaan yang dapat mendukung perkembangan dan pertumbuhan fitoplankton. Oleh karena itu, kandungan konsentrasi klorofil-a di wilayah penelitian pada bulan Agustus cenderung lebih tinggi yaitu mencapai ± 3 mg/m³. Selain dari proses internal, tingginya kandungan zat hara di wilayah penelitian juga disebabkan karena pengaruh arus laut dari arah timur yang membawa zat hara dari wilayah *Upwelling* dan *front* seperti *Laut Banda*, *Laut Flores* dan *Selat Makassar*. Kondisi ini juga terjadi pada saat periode El Nino tahun 2006, dimana wilayah penelitian mendapat masukan zat hara dari wilayah *upwelling* dan *front* perairan sebelah timur wilayah penelitian yang pada saat terjadi variabilitas iklim ekstrim El Nino cakupannya lebih luas. Zat hara di

wilayah *upwelling* dan *front* tersebut terbawa oleh arus laut yang kecepatannya lebih tinggi dibandingkan dengan periode normal 2007, sehingga zat hara yang terbawa ke wilayah penelitian lebih banyak yang pada akhirnya mempengaruhi pembentukan wilayah kesuburan perairan yang lebih luas. Hasil pengamatan persebaran wilayah kesuburan perairan pada peta 43, menunjukkan sebaran wilayah kesuburan perairan periode El Nino 2006 lebih luas dibandingkan dengan periode normal 2007 yaitu terlihat di perairan utara Rembang sampai Lamongan dengan perbedaan sebaran cenderung ke arah selatan.

4.4 Daerah Penangkapan Ikan Nelayan di Pantai Utara Pulau Jawa

Studi kasus penelitian ini menggunakan data produksi ikan yang didaratkan di PPN Kejawanan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong untuk melihat perbedaan hasil tangkapan ikan antara periode El Nino dan periode normal. Data produksi ikan yang digunakan yaitu data bulan Juni – Agustus tahun 2006 sebagai periode terjadinya El Nino dan data bulan Juni – Agustus tahun 2007 sebagai periode normal.

Daerah penangkapan ikan bagi para nelayan di pantai utara Jawa sebagian besar adalah di perairan *Laut Jawa*, perairan Masalembo dan Matasiri (*Selat Makassar*), disamping itu juga di *Laut Natuna*, perairan sekitar Pulau Pejantan, *Selat Karimata*, Perairan sekitar Kepulauan Karimun Jawa, perairan Pulau Bawean, Perairan Kepulauan Kangean dan *Samudera Hindia*. Jauhnya penangkapan ikan menjadikan lamanya hari di laut (Trip) yaitu berkisar antara 20 sampai dengan 40 hari. Peta lokasi penangkapan ikan nelayan di pantai utara Jawa (PPN Kejawanan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong) yang bersumber dari Departemen Kelautan dan Perikanan RI dapat dilihat pada peta 44.

Armada perikanan di PPN Kejawanan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong umumnya menggunakan kapal motor dan perahu motor tempel dengan beberapa jenis alat tangkap yang terdiri dari Purse seine, Gill Net, Bouke Ami dan Cantrang. Ikan yang didaratkan di pelabuhan perikanan ini sebagian besar adalah jenis ikan Pelagis kecil, seperti ikan Layang, Tembang, Banyar, Lemuru, Tongkol, Tengiri dan lain-lain.

Tabel 4.3. Volume produksi ikan (Ton) di PPN Kejawanan, PPN Pekalongan dan PPN Brondong Bulan Juni – Agustus periode El Nino tahun 2006 dan normal tahun 2007.

No	Bulan	PPN Kejawanan		PPN Pekalongan		PPN Brondong	
		Thn 2006	Thn 2007	Thn 2006	Thn 2007	Thn 2006	Thn 2007
1	Juni	312	252	2.388	1.715	3.638	4.675
2	Juli	148	216	2.986	1.417	4.006	5.132
3	Agustus	236	220	3.105	1.908	4.394	6.147
	Total	696	688	8.479	5.040	12.038	15.954

Sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan RI, 2008.

Tabel 4.3 di atas menunjukkan volume produksi ikan yang didaratkan di PPN Kejawanan pada bulan Juni – Agustus periode El Nino tahun 2006 yaitu sebesar 696 ton, mengalami penurunan pada periode normal tahun 2007 sebesar 1,2%. Demikian halnya PPN Pekalongan, dimana pada periode normal tahun 2007 mengalami penurunan dibandingkan dengan periode El Nino tahun 2006 yaitu sebesar 40,5%. Tetapi pada PPN Brondong hasil tangkapan ikan yang didaratkan pada periode normal tahun 2007 mengalami peningkatan 32,5% dibandingkan periode El Nino tahun 2006.

Berdasarkan data produksi ikan yang didaratkan di PPN Kejawanan dan PPN Pekalongan menunjukkan volume produksi bulan Juni – Agustus pada periode El Nino lebih tinggi dibandingkan dengan periode normal. Analisis ini sesuai dengan hasil deteksi wilayah kesuburan perairan menggunakan data citra satelit penginderaan jauh NOAA-AVHRR dan Aqua-MODIS, dimana pada periode El Nino tahun 2006 persebaran wilayahkesuburan perairan di wilayah penelitian yang merupakan salah satu wilayah penangkapan ikan bagi nelayan di PPN Kejawanan dan PPN Pekalongan memiliki kondisi sebaran wilayahkesuburan perairan lebih luas dibandingkan dengan periode normal tahun 2007 (ditunjukkan pada peta 38 – 43). Oleh karena itu, adanya penyimpangan iklim ekstrim El Nino yang mempengaruhi wilayah perairan Indonesia memberikan suatu keuntungan bagi para nelayan untuk dapat meningkatkan hasil tangkapan ikan.

BAB V

KESIMPULAN

Wilayah kesuburan perairan di daerah penelitian pada periode El Nino memiliki cakupan lebih luas dibandingkan periode normal. Hal ini dapat diprediksikan wilayah potensi ikan yang terbentuk pada periode El Nino juga lebih luas dibandingkan periode normal, dengan bulan Juni terlihat perbedaan paling signifikan. Perbedaan wilayah kesuburan perairan antara dua periode iklim tersebut terdapat di perairan utara Cirebon, Pekalongan, Rembang dan Lamongan. Perbedaan luasan ini disebabkan karena pada periode El Nino sebaran wilayah *front termal* dan konsentrasi klorofil-a yang terbentuk lebih luas dibandingkan dengan periode normal. Selain itu, arah arus permukaan laut pada periode El Nino cenderung menjauhi sistem daratan, sedangkan arah arus sebaliknya pada periode normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M.Q. 2007. *Kajian Distribusi Potensi Fitoplankton Di Sebagian Laut Utara Jawa Menggunakan Citra MODIS*. (Akses tanggal 17 Januari 2008 pukul 11.00 WIB). www.gmrf.org/proceeding/B2.pdf.
- Amri, K. 2000. *Fishing Ground Ikan Layang (Decapterus spp) Berdasarkan Kajian Karakteristik Perairan*. Universitas Satya Negara Indonesia. Jakarta.
- Amri, K. 2001. *Penginderaan Jauh Ocean Color dan Thermal Infrared Untuk Kelautan dan Perikanan*. Universitas Satya Negara Indonesia. Jakarta.
- Australian Government Bureau of Meteorology. 2007. *S.O.I. (Southern Oscillation Index) Archiev – 1876 to Present*. (Akses tanggal 24 Oktober 2007 pukul 16.45 WIB). <http://www.bom.gov.au>.
- Badan Meteorologi dan Geofisika, 2007. *Laporan Badan Meteorologi dan Geofisika*. BMG. Jakarta.
- BAKOSURTANAL, 2004. *Sea Surface Temperature*. (Akses tanggal 17 Januari 2008 pukul 10.00 WIB). http://pssdal.bakosurtanal.go.id/laporan/2004/lap2004_000024.pdf
- Ciptaningrum, D.H. 2005. *Perbandingan Dan Penyusunan Algoritma Konsentrasi Klorofil-A Menggunakan Satelit Landsat 7/ETM+ Di Perairan Segara Anakan Cilacap Jawa Tengah*. Skripsi IPB. Bogor.
- Colorado Center for Astrodynamics Research. 2008. *Global Near Real-Time Altimeter Geostrophics Velocity Viewer*. (Akses tanggal 13 Maret 2008 pukul 15.00 WIB). http://argo.colorado.edu/%7Erealtime/global_realtime/geover.html.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2007. *Kelautan dan Perikanan Dalam Angka*. Cetakan 2. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- Direktorat Tata Ruang Laut, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. 2004. *Penyusunan Tata Ruang Pesisir dan Lautan Nasional (Regional Marine Planning) Wilayah Pulau Jawa*. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.

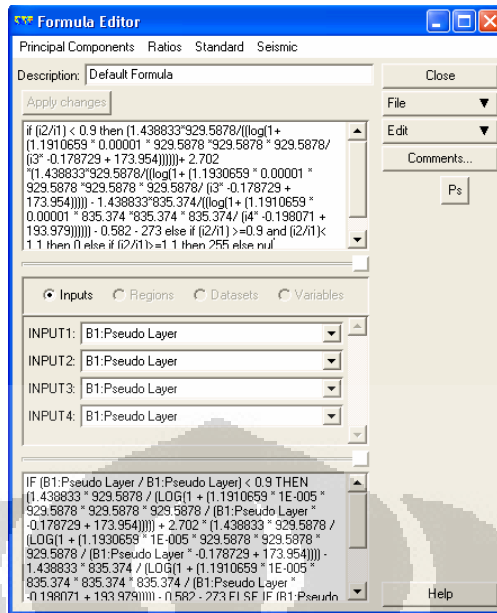
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Skripsi IPB. Bogor.
- Effendy, S. 2001. *Urgensi Prediksi Cuaca Dan Iklim Di Bursa Komoditas Unggulan Pertanian*. Makalah Falsafah Sains, Program Pasca Sarjana IPB Bogor. (Akses pada tanggal 29 Oktober 2007 pukul 12.10 WIB). http://tumoutou.net/3_sem1_012/sobri.htm.
- Encyclopedia Britannica Online. 2004. *Java Sea*. (Akses pada tanggal 18 Desember 2007 pukul 10.20 WIB). www.britannica.com.
- Gordon, A.L. dan R.A. Fine. 1996. *Pathway of Water between the Pacific and Indian Oceans in the Indonesian Seas*. Nature 379.
- Harsanugraha, W. dan Parwati, E. 1996. *Aplikasi Model-Model Estimasi Suhu Permukaan Laut Berdasarkan Data NOAA-AVHRR*. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh-LAPAN. Jakarta.
- Hasyim, B. 2004. *Penerapan Informasi Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) Untuk Mendukung Usaha Peningkatan Produksi dan Efisiensi Operasi Penangkapan Ikan*. Makalah Pribadi Pengantar ke Falsafah Sains Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Hutabarat, S. dan Evans, S.M. 1984. *Pengantar Oseanografi*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Kuswardani, A.R.T.D. 2007. *Kajian Interaksi Laut Atmosfer Di Indonesia*. Departemen Kelautan dan Perikanan RI. Jakarta.
- LAPAN. 2004. *Laporan Zona Potensi Penangkapan Ikan*. (Akses tanggal 23 Oktober 2007 pukul 13.25 WIB). www.lapanrs.com.
- LAPAN. 2007. *Pengembangan dan Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Perikanan Tangkap*. (Akses tanggal 23 Oktober 2007 pukul 13.15 WIB). www.lapanrs.com.
- NASA. 2000. *Gridded Satellite Wind Field QuikSCAT Daily Mean*. (Akses tanggal 18 Februari 2008 pukul 11.15 WIB). www.ifremer.fr/cersat/facilities/browse/mwf/qscat_day.
- NASA. 2002. *About MODIS*. (Akses tanggal 17 Januari 2008 pukul 10.00 WIB). <http://modis.gsfc.nasa.gov>.

- NASA. 2003. *Algorithm Theoretical Basis Document -19 (ATBD 19) Terra/Aqua MODIS*. (Akses tanggal 18 Februari 2008 pukul 10.15 WIB).
www.modis.gsfc.nasa.gov.
- NOAA-N Satellite. 2003. *NOAA-N Satellite Reaches Orbit, Starts New Era of International Cooperation*. (Akses tanggal 15 Desember 2007 pukul 11.00 WIB). <http://noaasis.noaa.gov>.
- Nontji, A. 1984. *Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di Perairan Teluk Jakarta Serta Kaitannya Dengan Faktor-Faktor Lingkungan*. Laporan Penelitian Fakultas Perikanan IPB. Bogor.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Cetakan 2. Djembatan. Jakarta.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Purwadhi, F.S.H. 1986. *Penerapan Teknologi Penginderaan Jauh Bagi Usaha Perikanan*. LAPAN. Jakarta.
- Putri, M.R. 2005. *Iklm Laut Di Perairan Laut Jawa dan Samudera Hindia Bagian Timur Berdasarkan Simulasi Numerik Jangka Panjang*. (Akses tanggal 23 Oktober 2007 pukul 14.00 WIB).
http://oceanography.itb.ac.id/~mutiara/paper_isoi1.pdf.
- Robinson. 1991. *Satellite Oceanography, An Introduction For Oceanographer and Remote Sensing Scientist*. England: Ellrs Horwood Limited. John Wiley and Sons.
- Senin. 2006. *Sebaran Konsentrasi Klorofil-A Dan Suhu Permukaan Laut Dari Citra Satelit AQUA MODIS Di Dalam Dan Luar Perairan Teluk Tomini Tahun 2005*. Skripsi IPB. Bogor.
- Soesilo, I. dan Budiman. 2003. *Laut Indonesia: Teknologi dan Pemanfaatannya*. Lembaga Informasi dan Studi Pembangunan Indonesia. Jakarta.
- Soesilo, I. 2004. *Arus Lintas Indonesia yang Multipengaruh*. (Akses tanggal 15 Desember 2007 pukul 10.00 WIB).
<http://www.mail-archive.com/iagi-net@iagi.or.id/msg03721.html>.
- . 2003. *Perairan Indonesia Banyak Ikan?* (Akses tanggal 15 Desember 2007 pukul 12.00 WIB).
<http://www.unisosdem.org>.

- Susanto dan Amarullah. 1999. *Tuna Melimpah saat El Nino dan La Nina*. Akses tanggal 18 Februari 2008 pukul 12.15 WIB. www.kompas.com (27 November 1999).
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suwargana, N. dan Arief, M. 2004. *Penentuan Suhu Permukaan Laut Dan Konsentrasi Klorofil Untuk Pengembangan Model Prediksi SST/ Fishing Ground Dengan Menggunakan Data Modis*. Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital Vol. 1, No. 1.
- Sverdrup dkk. 1942. *The Oceans, Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Prentice Hall. New York.
- Syamsudin, F. 2003. *Melacak Lokasi Tongkol Di Selat Sunda*. (Akses tanggal 24 Oktober 2007 pukul 14.00 WIB). www.beritaiptek.com.
- _____. 2004. *Perubahan Iklim Dan Pengaruhnya Terhadap Penangkapan Ikan Tongkol*. (Akses tanggal 24 Oktober 2007 pukul 15.45 WIB). www.beritaiptek.com.
- Tomascik dkk. 1997. *The Ecology Of The Indonesian Seas*. Enviromental Management Development In Indonesia Project – Prelim.
- U.S.Geological Survey. 2002. *Advanced Very High Resolution Radiometer*. (Akses tanggal 15 Desember 2007 pukul 11.00 WIB). <http://ivm.cr.usgs.gov>.
- Wyrtki. 1961. *Physical Oceanography of The Southeast Asean Waters*. NAGA Rep.2. Scripps Institute of Oceanography La Jolla, California.

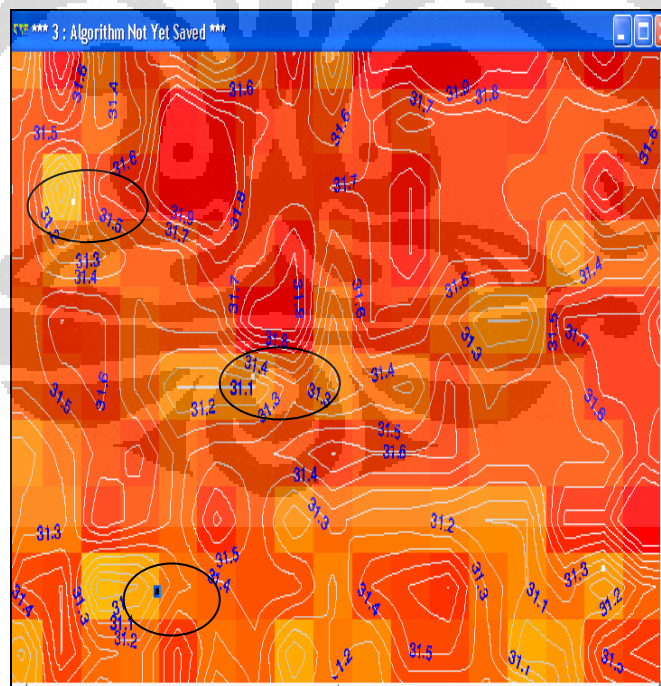


LAMPIRAN



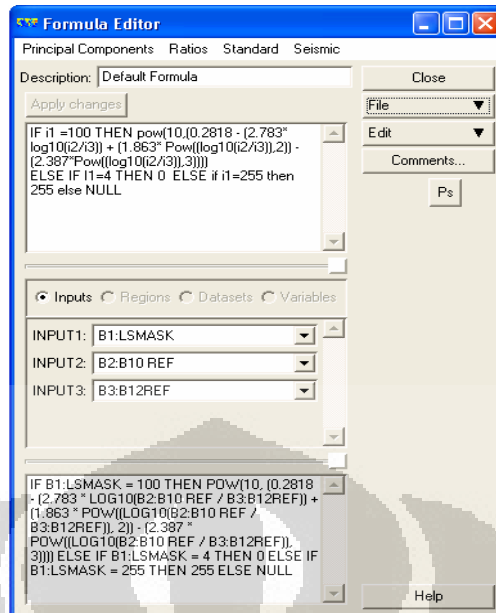
Sumber: Pengolahan data, 2008

Lampiran 1. Jendela *formula editor* pada ER Mapper ver. 6.4 dengan menggunakan algoritma dari Mc.Millin dan Crosby.



Sumber: Pengolahan data, 2008

Lampiran 2. Jendela *algorithm* penentuan wilayah front termal pada data citra NOAA-AVHRR.



Sumber: Pengolahan data, 2008

Lampiran 3. Jendela *formula editor* pada Er Mapper ver. 6.4 dengan menggunakan ATBD 19.

Lampiran 4:
 Harga IOS (Indeks Osilasi Selatan)
 Tahun 1990-2007

Tahun	Jan	Feb	Mart	Aprl	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
1990	-1.1	-17.3	-8.5	-0.5	13.1	1.0	5.5	-5.0	-7.6	1.8	-5.3	-2.4
1991	5.1	0.6	-10.6	-12.9	-19.3	-5.5	-1.7	-7.6	-16.6	-12.9	-7.3	-16.7
1992	-25.4	-9.3	-24.2	-18.7	0.5	-12.8	-6.9	1.4	0.8	-17.2	-7.3	-5.5
1993	-8.2	-7.9	-8.5	-21.2	-8.2	-16.0	-10.8	-14.0	-7.6	-13.5	0.6	1.6
1994	-1.6	0.6	-10.6	-22.8	-13.0	-10.4	-18.0	-17.2	-17.2	-17.2	-7.3	-11.6
1995	-4.0	-2.7	3.5	-16.2	-9.0	-1.5	4.2	0.8	3.2	-1.3	1.3	-5.5
1996	8.4	1.1	6.2	7.8	1.3	3.9	6.8	4.6	6.9	4.2	-0.1	7.2
1997	4.1	13.3	-8.5	-16.2	-22.4	-24.1	-9.5	-19.8	-14.8	-17.8	-15.2	-9.1
1998	-23.5	-19.0	-28.5	-24.4	0.5	9.9	14.6	9.8	11.1	10.9	12.5	13.3
1999	15.6	8.6	8.9	18.5	1.3	1.0	4.8	2.1	-0.4	9.1	13.1	12.8
2000	5.1	12.9	9.4	16.8	3.6	-5.5	-3.7	5.3	9.9	9.7	22.4	7.7
2001	8.9	11.9	6.7	0.3	-9.0	1.8	-3.0	-8.9	1.4	-1.9	7.2	-9.2
2002	2.7	7.7	-5.2	-3.8	-14.5	-6.3	-7.6	-14.6	-7.6	-7.4	-6.0	-10.6
2003	-2.0	-7.4	-6.8	-5.5	-7.4	-12.0	2.9	-1.8	-2.2	-1.9	-1.9	9.8
2004	-11.6	8.6	0.2	-15.4	13.1	14.4	-6.9	-7.6	-2.8	-3.7	-9.3	-8.0
2005	1.8	-29.1	0.2	-11.2	-14.5	2.6	0.9	-6.9	3.9	10.9	-2.7	0.6
2006	12.7	0.1	13.8	15.2	-9.8	-5.5	-8.9	-15.9	-5.1	-15.3	-1.4	-3.0
2007	-7.3	-2.7	-1.4	-3.0	-2.7	5.0	-4.3	2.7	1.5	5.9	9.8	14.4

Sumber: Australian Government Bureau of Meteorology, 2007.

Tabel 1: Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juni Periode El Nino Tahun 2006

Bulan	Klasifikasi (°C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juni	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	-	-	-	-
	28 – 28,5	347	0,3	6.260	3,3
	28,5 – 29	1.984	1,4	29.459	15,6
	29 – 29,5	5.014	3,6	29.450	15,5
	29,5 – 30	14.217	10,3	46.967	24,8
	30 – 30,5	36.034	26,2	56.014	29,6
	30,5 – 31	56.731	41,2	16.595	8,7
	31 – 31,5	21.826	15,8	3.915	2,1
	31,5 - 32	1.501	1,1	812	0,4
	Total	137.654	100	189.472	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 2: Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juli Periode El Nino Tahun 2006

Bulan	Klasifikasi (°C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juli	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	-	-	-	-
	28 – 28,5	788	0,5	63.349	47,6
	28,5 – 29	80.884	48,9	50.132	37,6
	29 – 29,5	65.173	39,4	11.747	8,8
	29,5 – 30	15.309	9,3	6.190	4,6
	30 – 30,5	1.492	0,9	1.129	0,8
	30,5 – 31	666	0,4	-	-
	31 – 31,5	657	0,4	-	-
	31,5 - 32	568	0,3	645	0,5
		Total	165.537	100	133.192

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 3: Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Agustus
Periode El Nino Tahun 2006

Bulan	Klasifikasi (⁰ C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Agustus	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	-	-	44.843	47.1
	28 – 28,5	158.631	73,6	33.708	35.4
	28,5 – 29	47.795	22,2	11.343	11.9
	29 – 29,5	8.438	3,9	2.261	2.4
	29,5 – 30	552	0,4	1.122	1.2
	30 – 30,5	-	-	1.010	1.1
	30,5 – 31	-	-	926	0.9
	31 – 31,5	-	-	-	-
	31,5 - 32	-	-	-	-
	Total	215.416	100	95.213	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 4: Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juni Tahun
2007

Bulan	Klasifikasi (⁰ C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juni	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	-	-	-	-
	28 – 28,5	9.224	6,1	735	0,4
	28,5 – 29	12.307	8,2	1.013	0,6
	29 – 29,5	13.406	8,9	4.125	2,4
	29,5 – 30	17.341	11,5	20.603	12,2
	30 – 30,5	40.253	26,7	49.068	29,1
	30,5 – 31	36.579	24,3	73.691	43,7
	31 – 31,5	17.739	11,8	18.195	10,8
	31,5 - 32	3.842	2,5	1.324	0,8
	Total	150.691	100	168.754	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 5: Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Juli
Tahun 2007

Bulan	Klasifikasi (°C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juli	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	-	-	521	0,5
	28 – 28,5	1.428	1,1	15.220	14,6
	28,5 – 29	6.952	4,9	17.959	17,3
	29 – 29,5	29.664	20,9	36.781	35,3
	29,5 – 30	75.429	53,3	33.610	32,3
	30 – 30,5	23.403	16,5	-	-
	30,5 – 31	3.186	2,3	-	-
	31 – 31,5	893	0,6	-	-
	31,5 - 32	597	0,4	-	-
	Total	141.552	100	104.091	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 6 : Persentase Luas Tiap Kelas Suhu Permukaan Laut Bulan Agustus
Tahun 2007

Bulan	Klasifikasi (°C)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Agustus	27 – 27,5	-	-	-	-
	27,5 – 28	7.121	3,8	20.067	20,3
	28 – 28,5	77.257	41,6	30.168	30,6
	28,5 – 29	68.371	20,1	13.824	14,1
	29 – 29,5	30.165	16,2	9.719	9,9
	29,5 – 30	2.864	1,5	8.869	9,0
	30 – 30,5	-	-	13.521	9,1
	30,5 – 31	-	-	-	-
	31 – 31,5	-	-	-	-
	31,5 - 32	-	-	-	-
	Total	185.778	100	98.158	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

Tabel 7: Persentase kandungan Konsentrasi Klorofil-a pada periode El Nino Juni
– Agustus) Tahun 2006

Bulan	Klasifikasi (mg/m ³)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juni	Rendah	11.9431	51,2	91.738	39,9
	Sedang	112.504	48,2	130.102	56,6
	Tinggi	1.348	0,6	8.116	3,5
	Total	233.283	100	229.956	100
Juli	Rendah	102.647	52,4	49.313	30,5
	Sedang	87.566	44,7	104.298	64,4
	Tinggi	5.820	2,9	8.128	5,1
	Total	196.033	100	161.739	100
Agustus	Rendah	57.665	36,8	18.483	18,3
	Sedang	12.192	7,8	12.172	12,1
	Tinggi	86.737	55,4	70.409	69,6
	Total	156.594	100	101.064	100

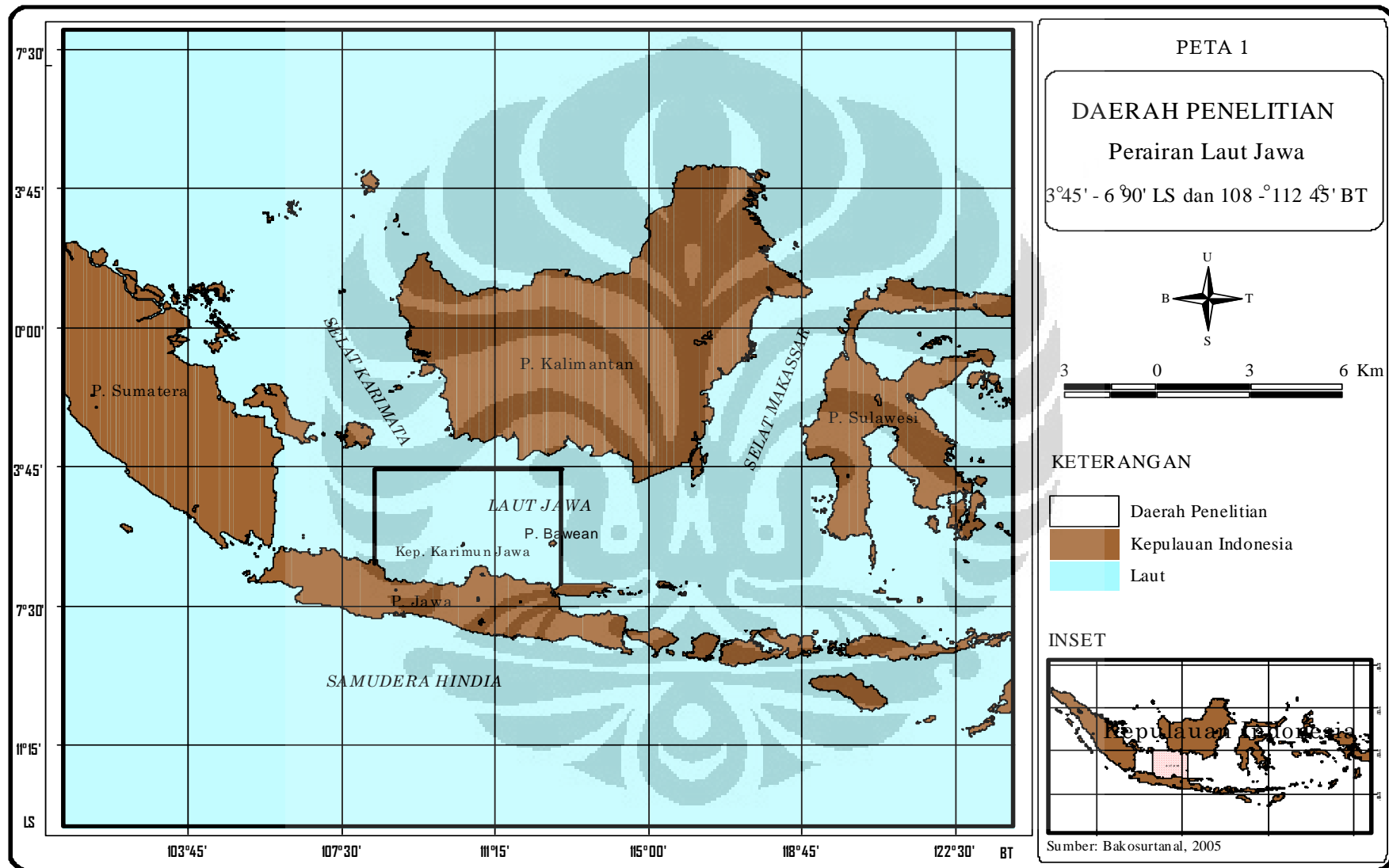
Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008

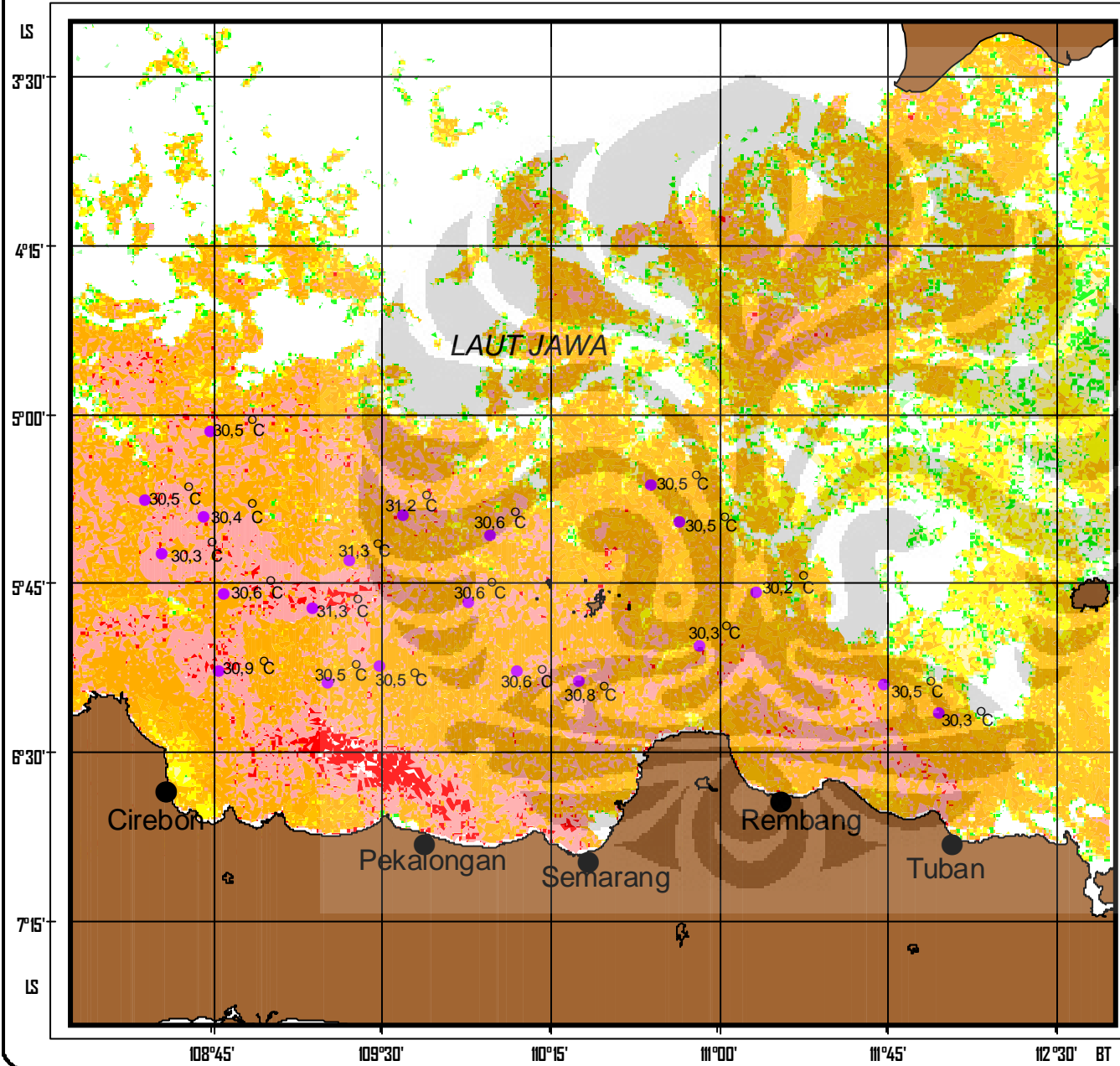
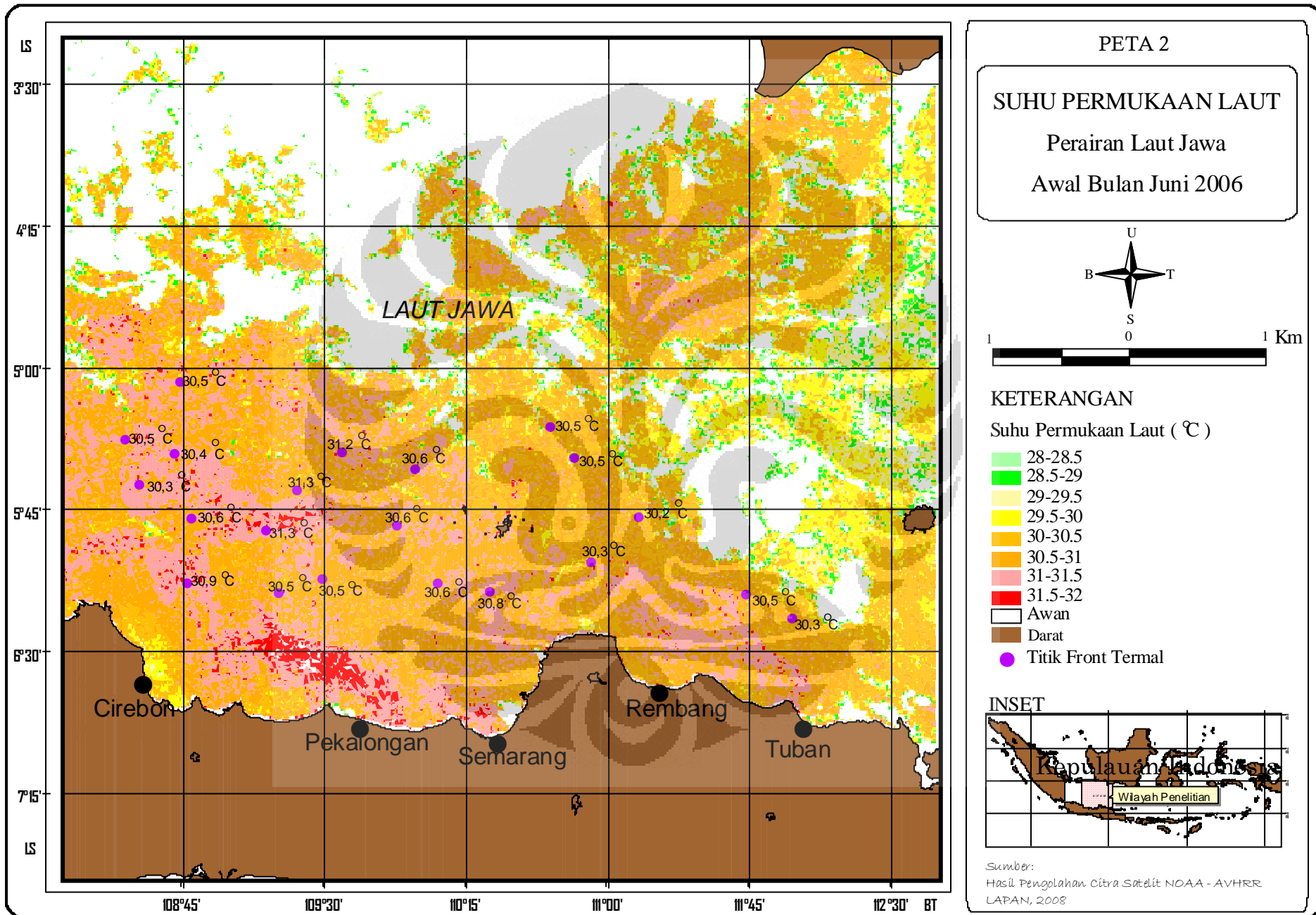
Tabel 8: Persentase Kandungan Konsentrasi Klorofil-a pada periode Normal
(Juni – Agustus) Tahun 2007

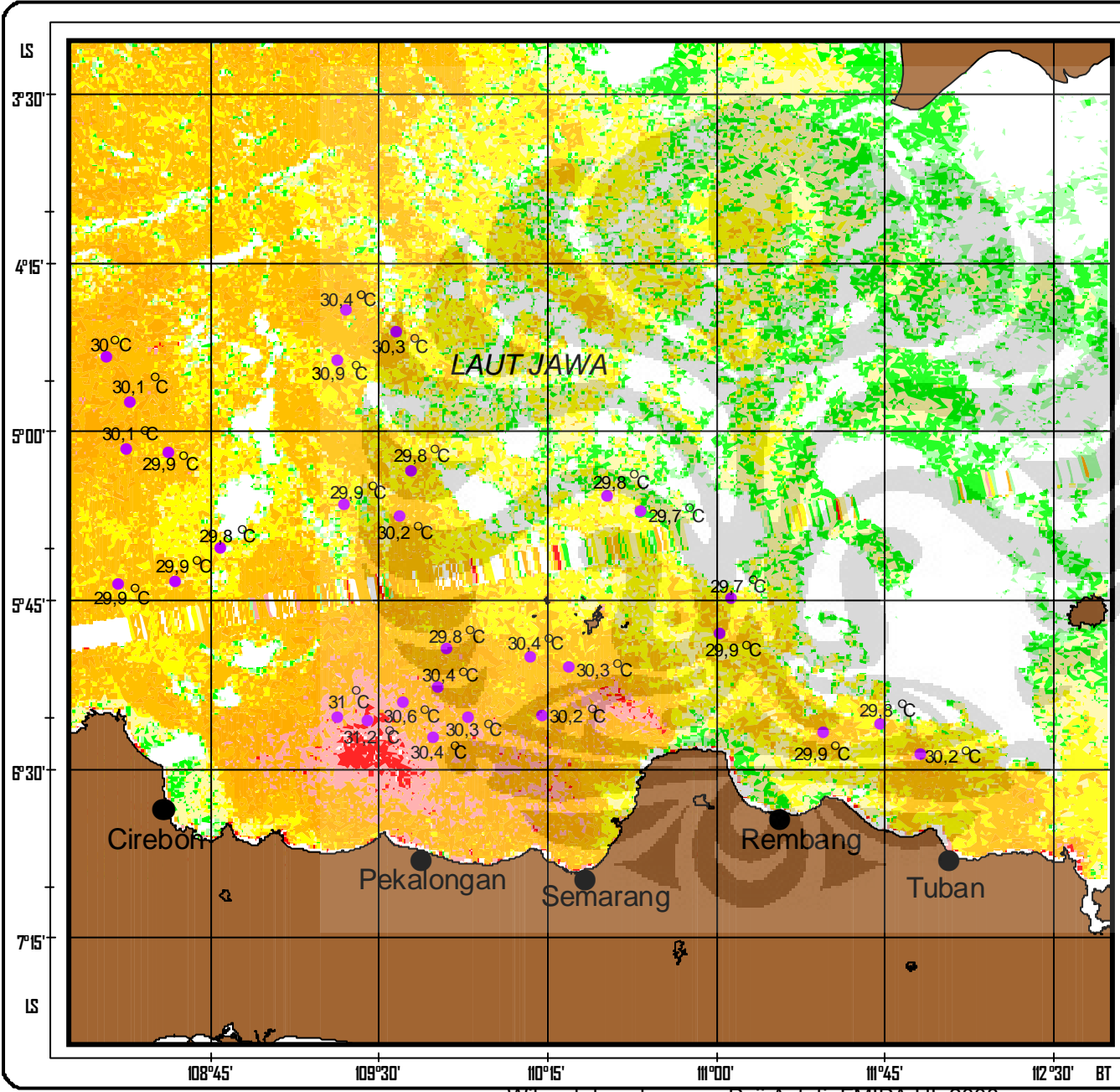
Bulan	Klasifikasi (mg/m ³)	Luas Area			
		Periode Awal Bulan		Periode Akhir Bulan	
		Km ²	%	Km ²	%
Juni	Rendah	162.431	69,1	51.217	35,3
	Sedang	61.215	26,1	92.240	63,6
	Tinggi	11.317	4,8	1.642	1,1
	Total	234.963	100	145.099	100
Juli	Rendah	40.163	38,3	104.061	47,5
	Sedang	62.372	59,5	98.099	44,7
	Tinggi	2.204	2,1	17.062	7,8
	Total	104.739	100	219.222	100
Agustus	Rendah	26.683	19,4	203	0,1
	Sedang	23	0,1	107.878	96,1
	Tinggi	110.821	80,5	4.256	3,8
	Total	137.527	100	112.337	100

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2008









PETA 3
SUHU PERMUKAAN LAUT
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juni 2006



KETERANGAN

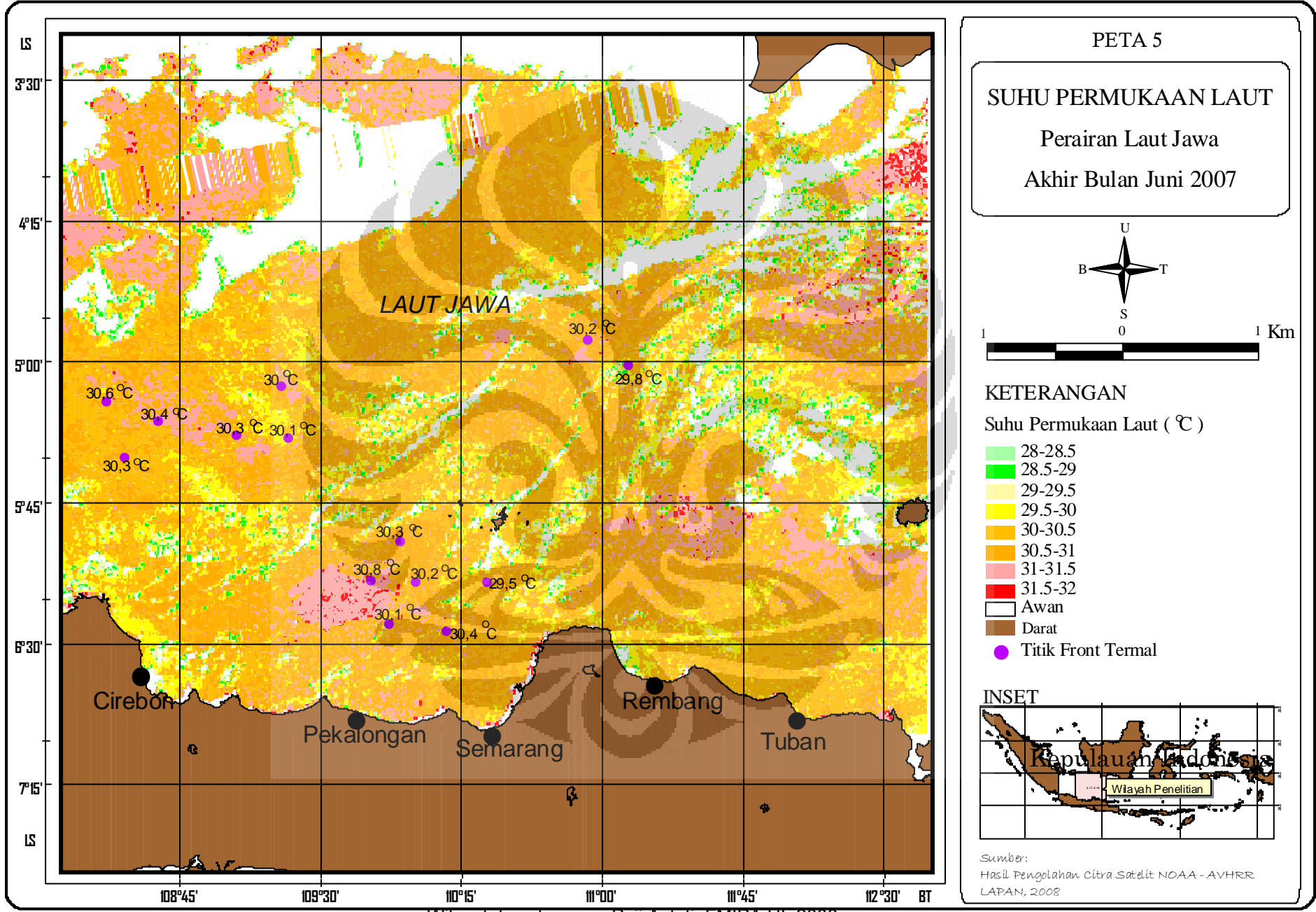
Suhu Permukaan Laut (°C)

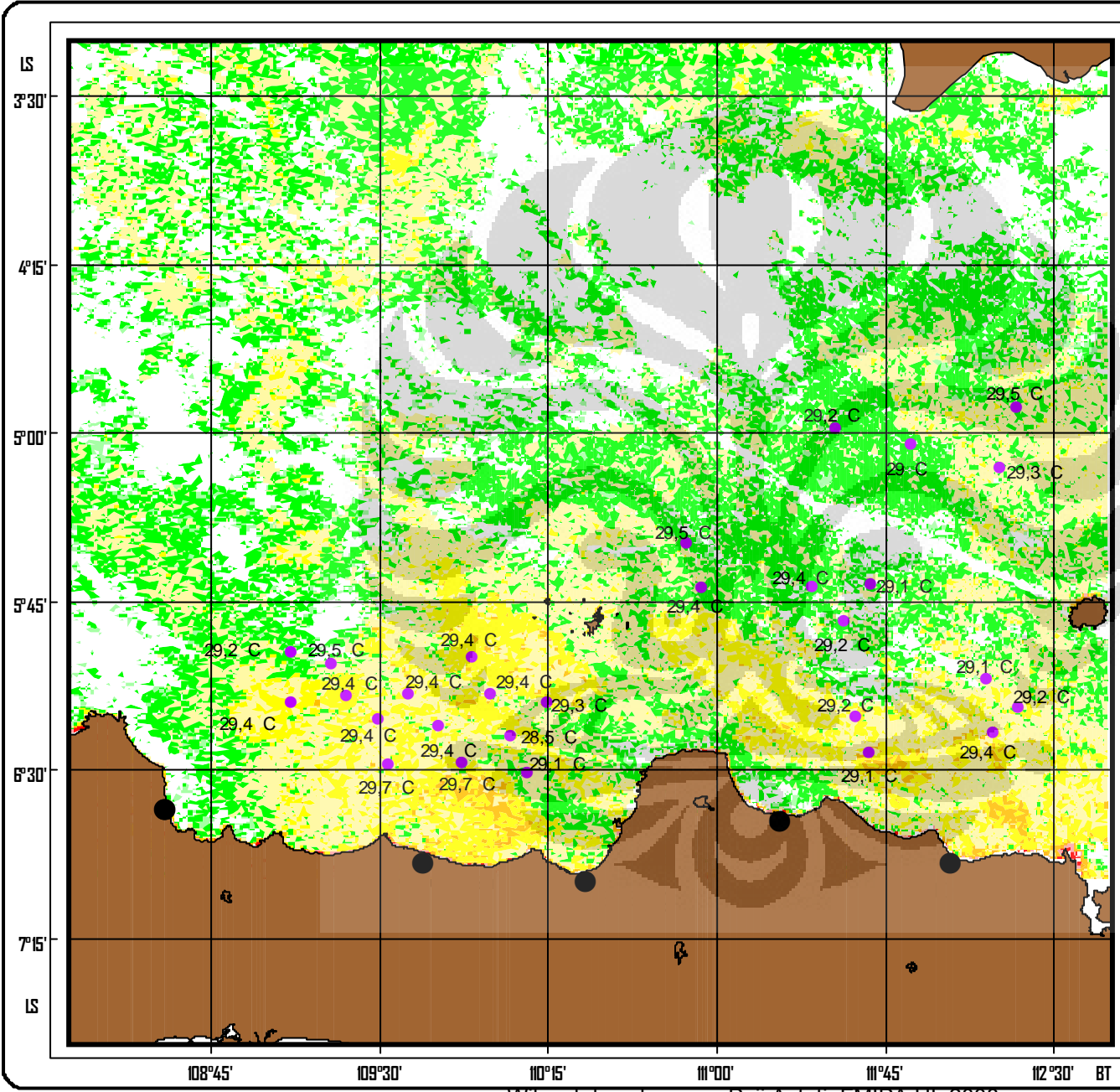
- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
 LAPAN, 2008





PETA 6

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Awal Bulan Juli 2006



KETERANGAN

Suhu Permukaan Laut (°C)

- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



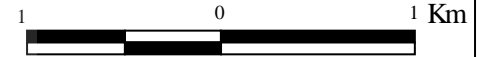
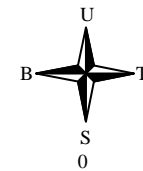
Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008

PETA 7

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Akhir Bulan Juli 2006



KETERANGAN

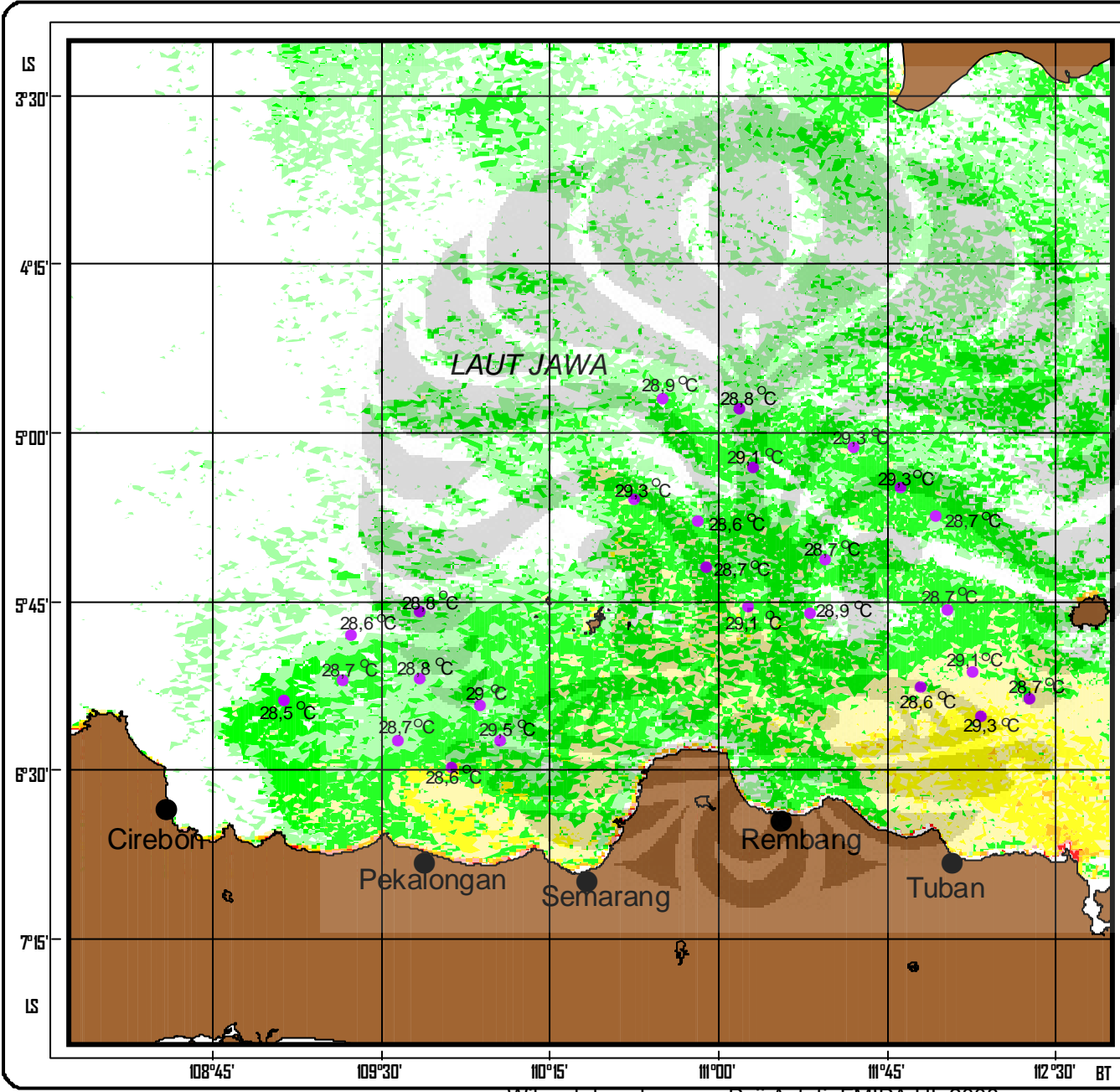
Suhu Permukaan Laut (°C)

- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008

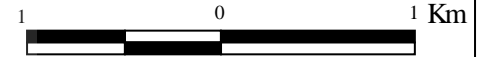
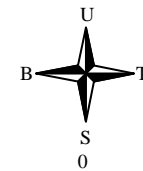


PETA 8

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Awal Bulan Juli 2007



KETERANGAN

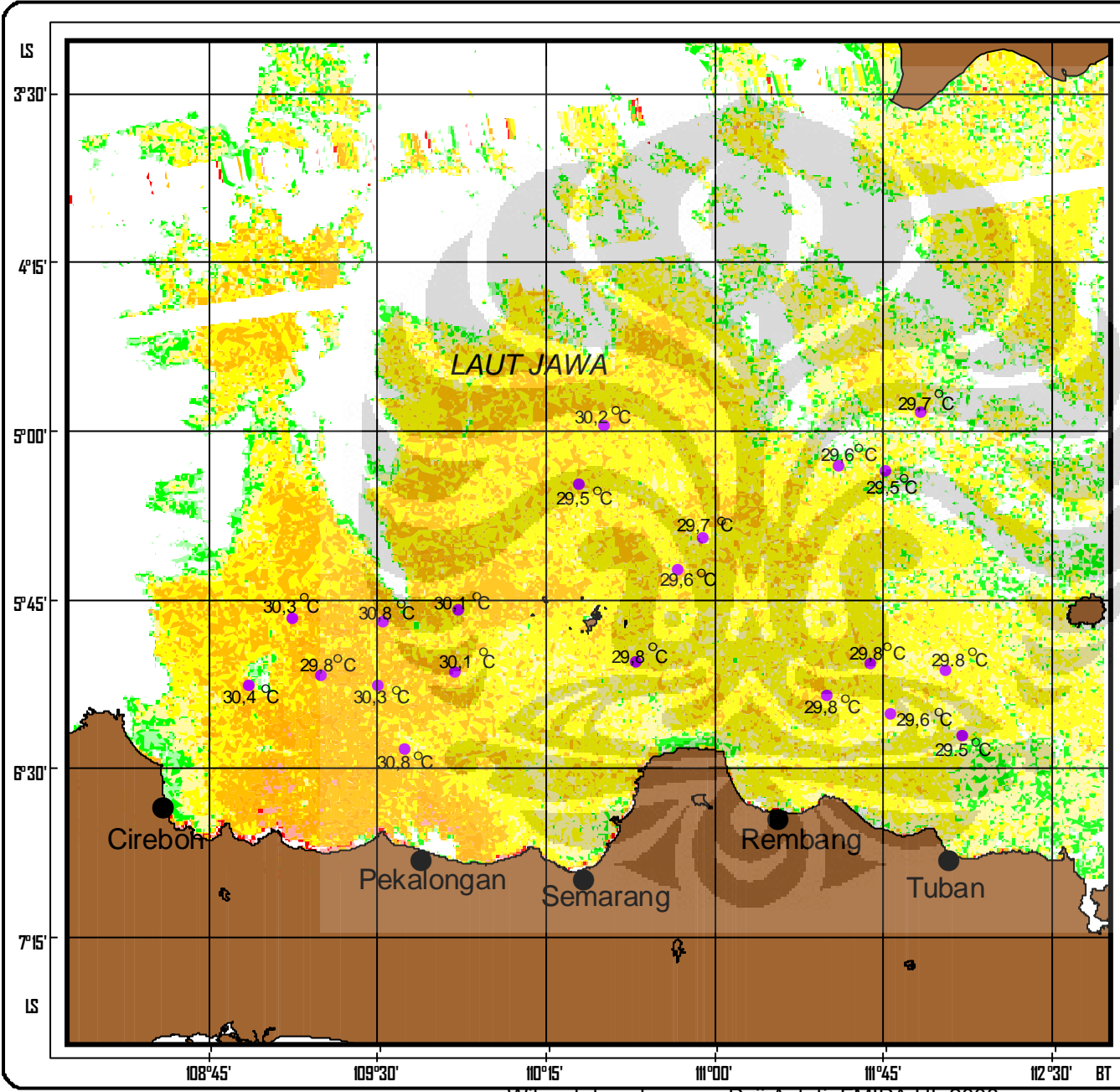
Suhu Permukaan Laut (°C)

- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008

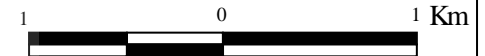
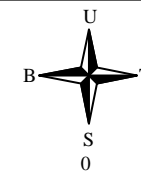


PETA 9

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Akhir Bulan Juli 2007



KETERANGAN

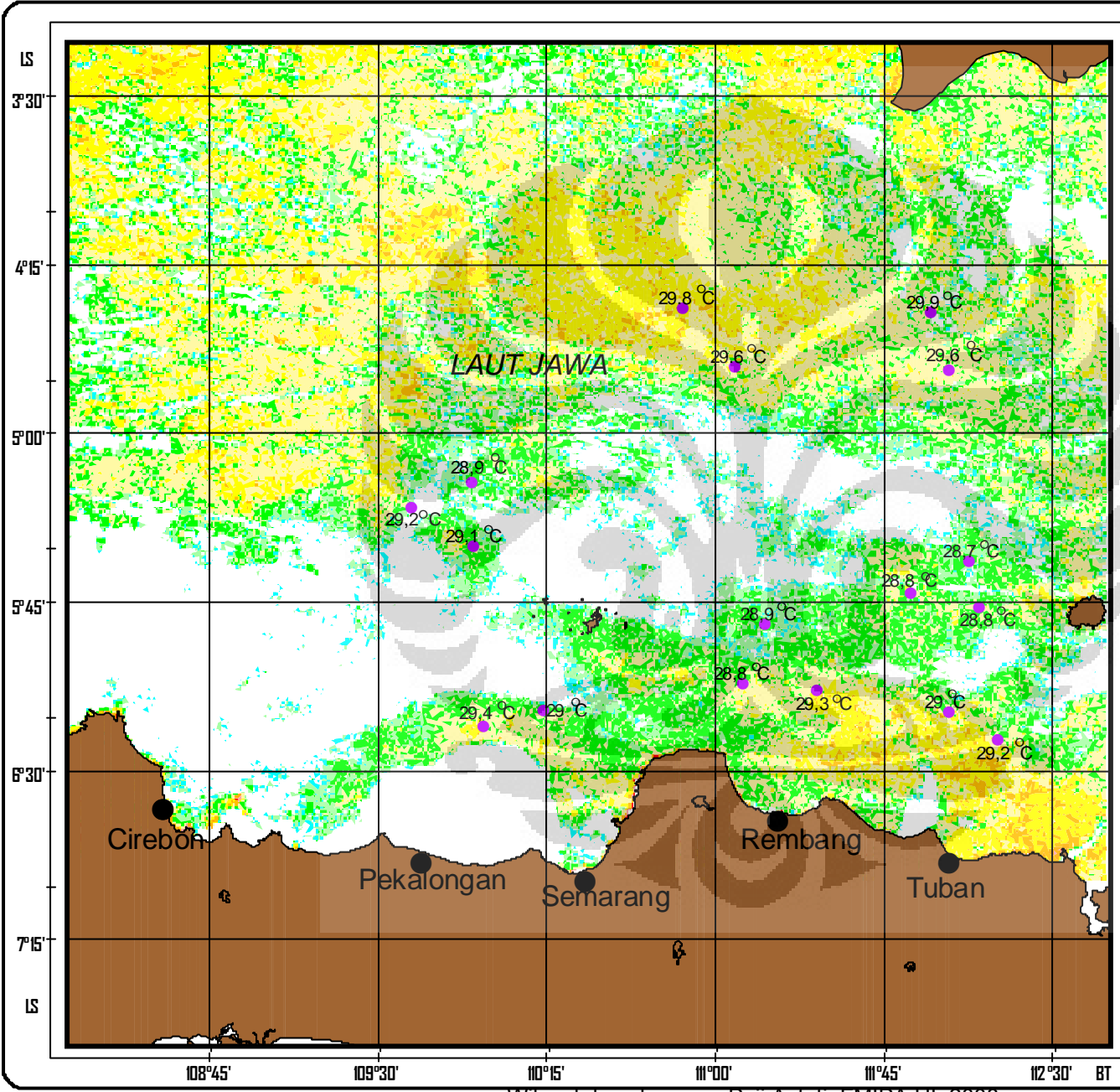
Suhu Permukaan Laut (°C)

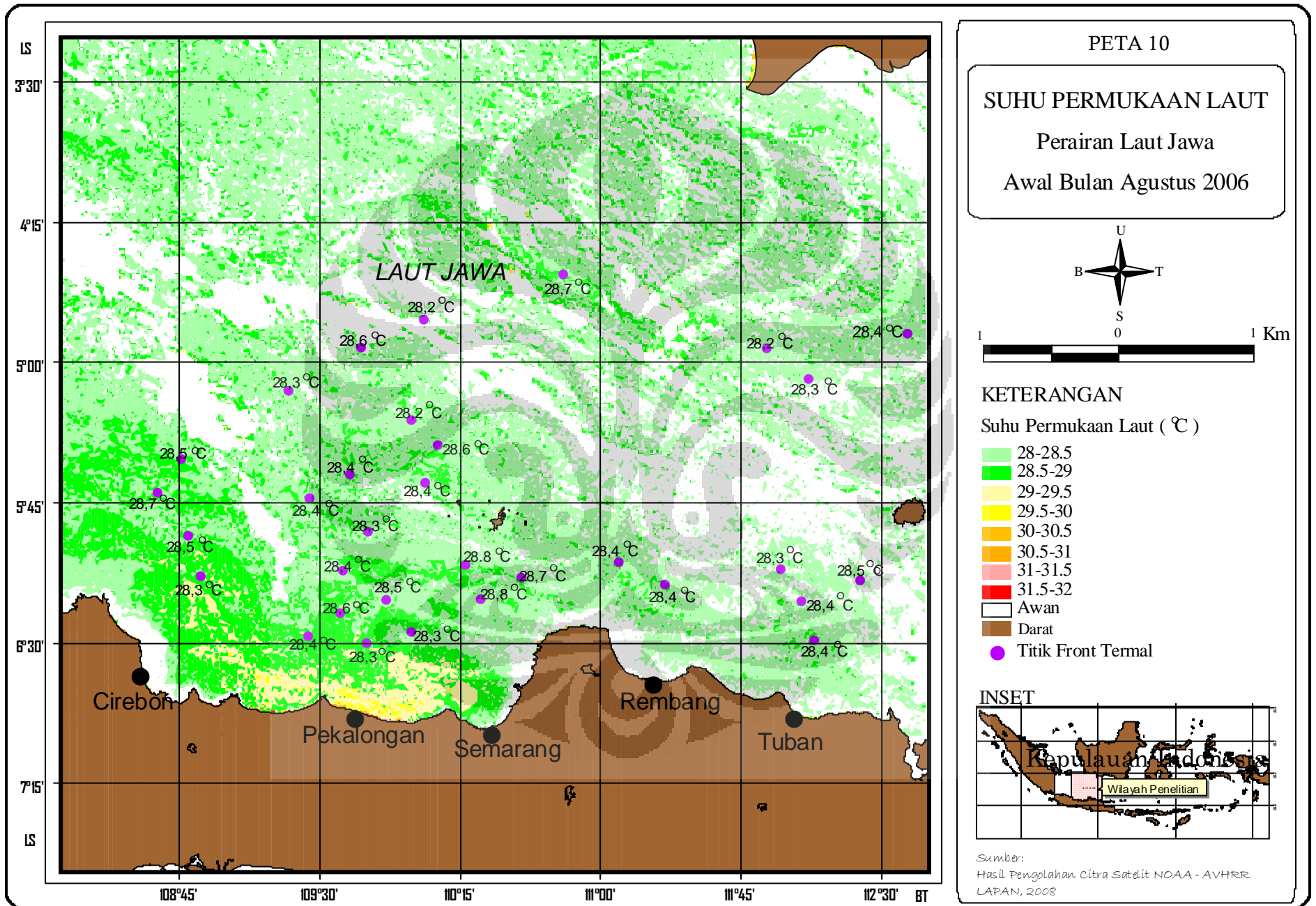
- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008



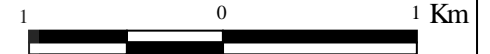
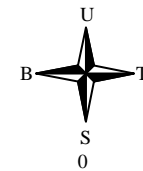


PETA 11

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Akhir Bulan Agustus 2006



KETERANGAN

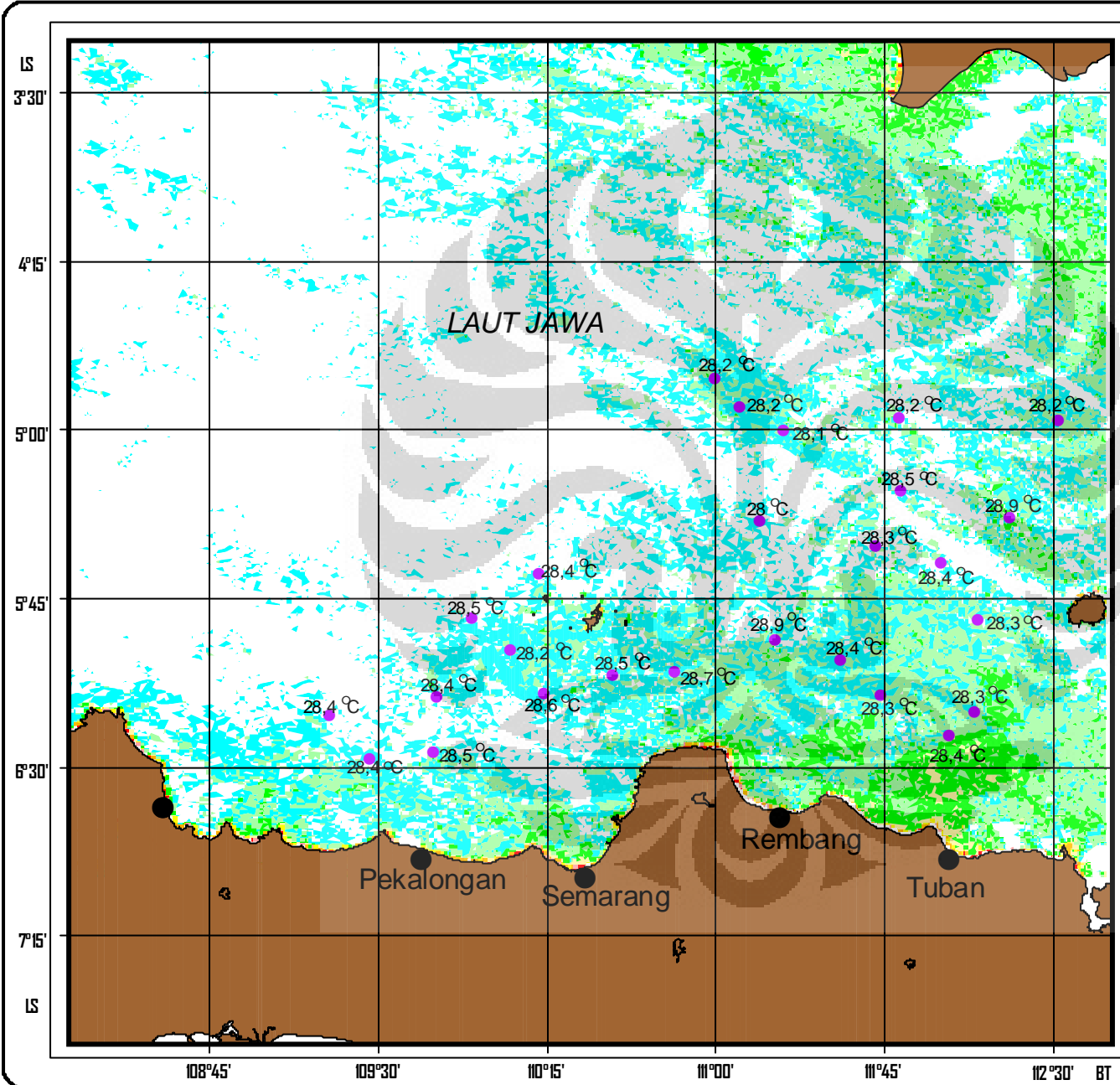
Suhu Permukaan Laut (°C)

- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008

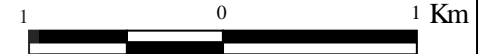
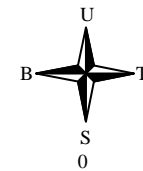


PETA 12

SUHU PERMUKAAN LAUT

Perairan Laut Jawa

Awal Bulan Agustus 2007



KETERANGAN

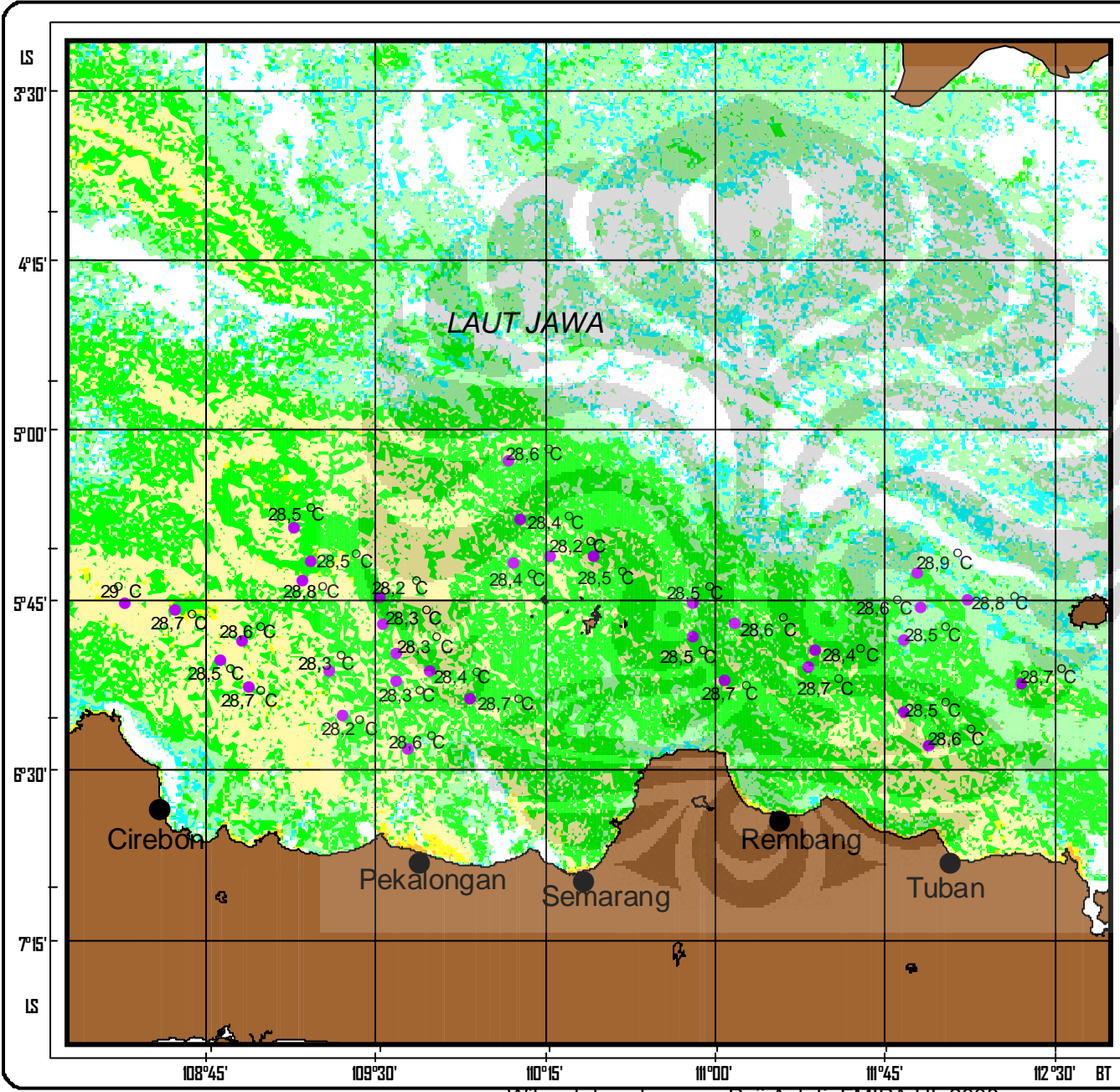
Suhu Permukaan Laut (°C)

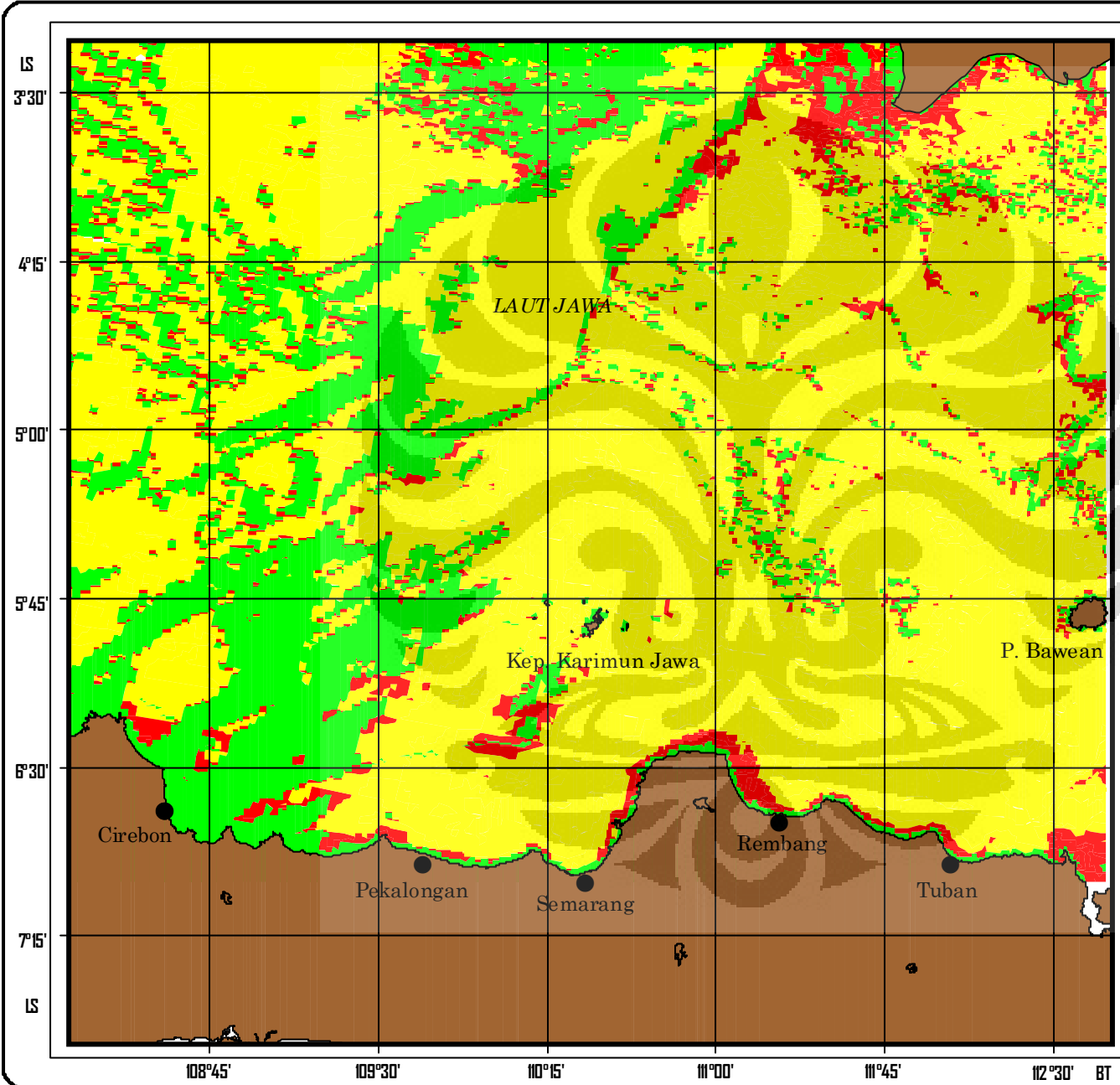
- 28-28.5
- 28.5-29
- 29-29.5
- 29.5-30
- 30-30.5
- 30.5-31
- 31-31.5
- 31.5-32
- Awan
- Darat
- Titik Front Termal

INSET



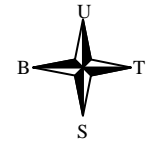
Sumber:
Hasil Pengolahan Citra Satelit NOAA - AVHRR
LAPAN, 2008





PETA 14

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Awal Bulan Juni 2006



KETERANGAN

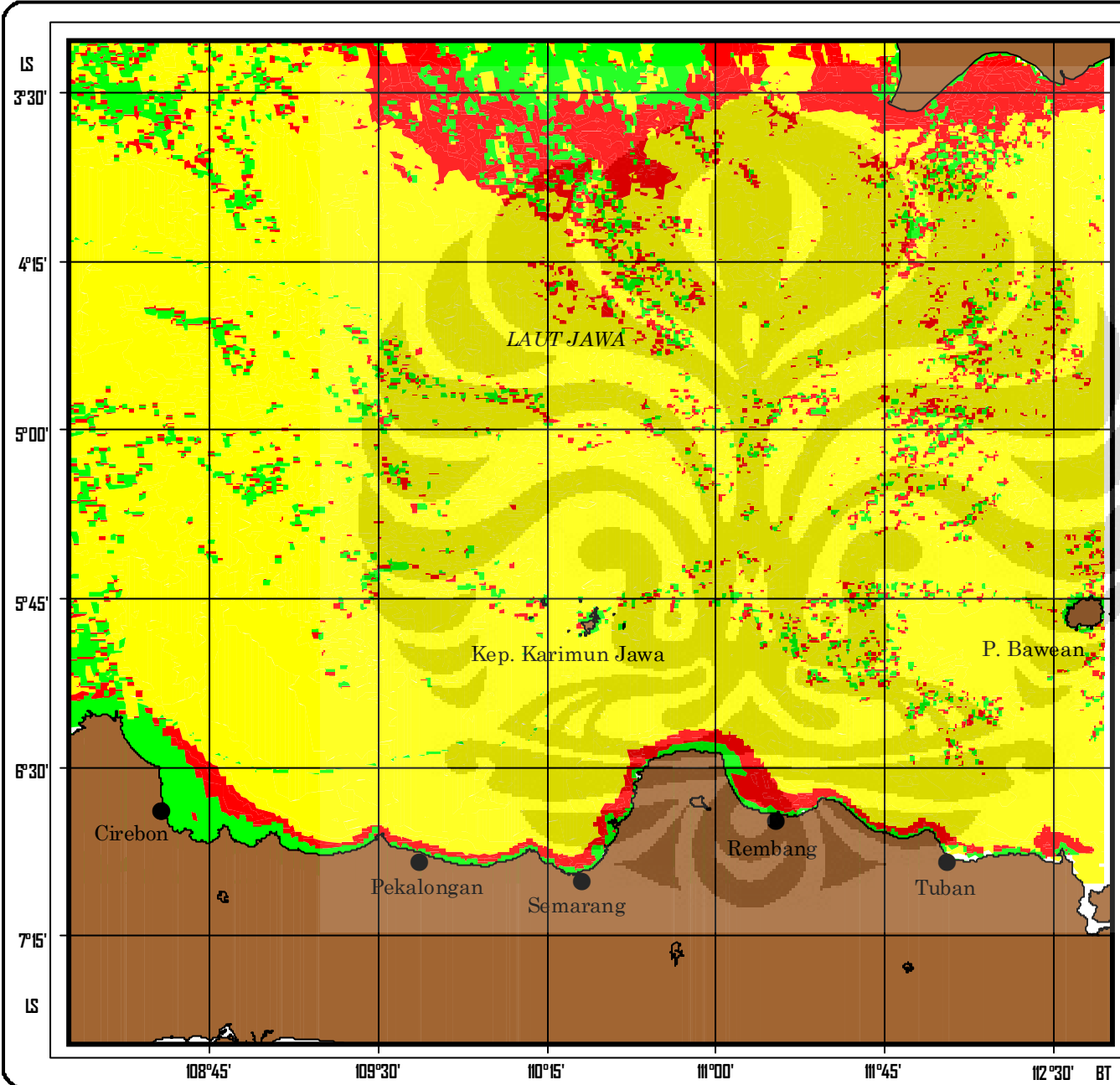
Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)

- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
- Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
- Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
- Awan
- Darat

INSET

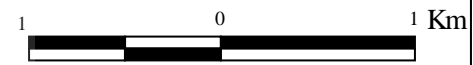
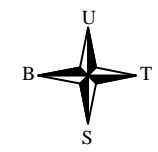


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 15

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juni 2006



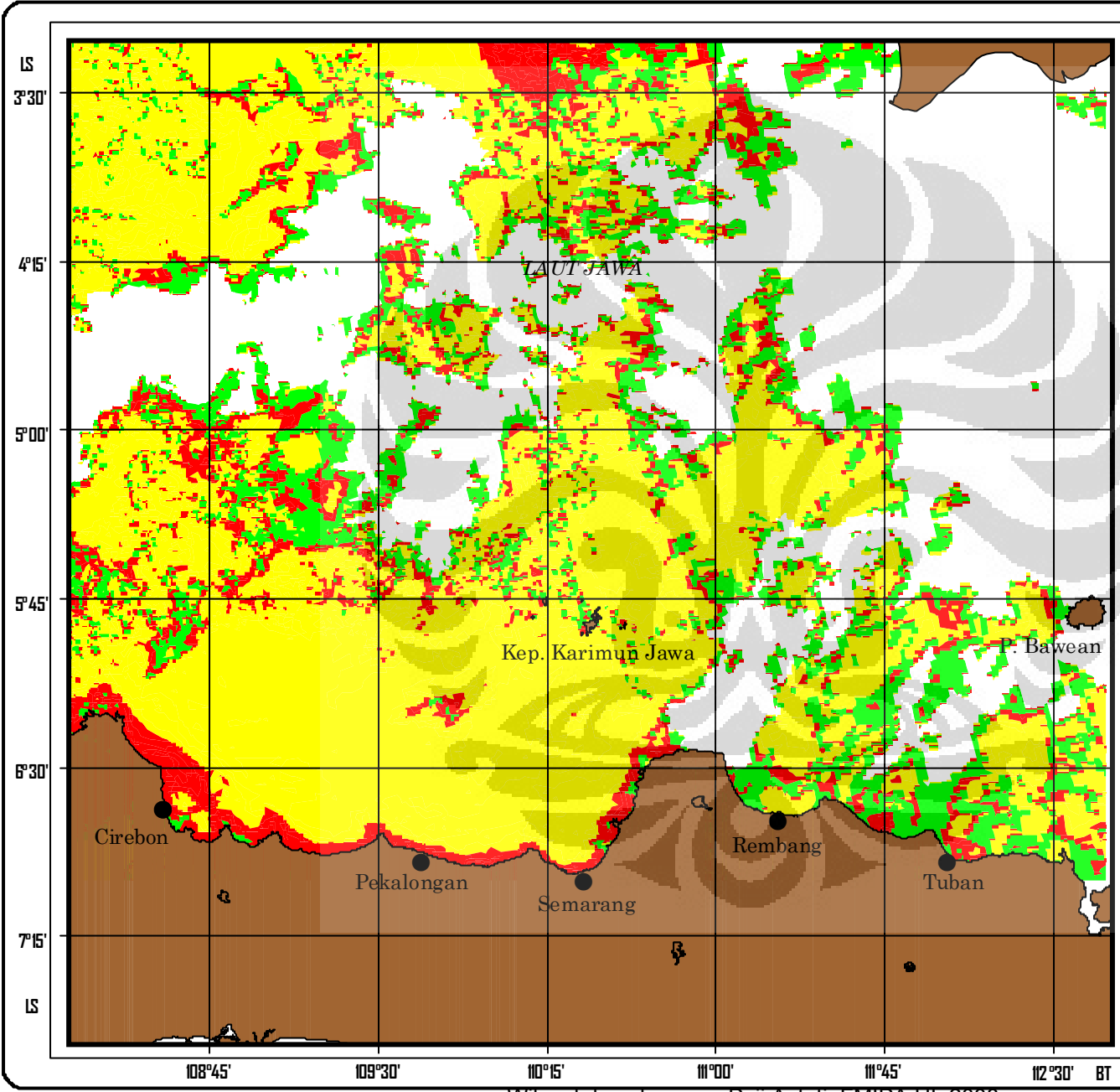
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m^3)
- Rendah ($< 0,3 \text{ mg/m}^3$)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi ($> 1 \text{ mg/m}^3$)
 - Awan
 - Darat

INSET

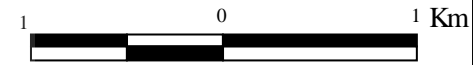
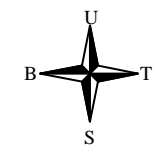


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 16

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Awal Bulan Juni 2007

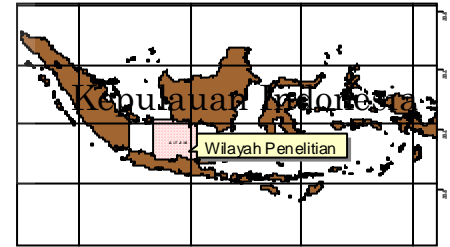


KETERANGAN

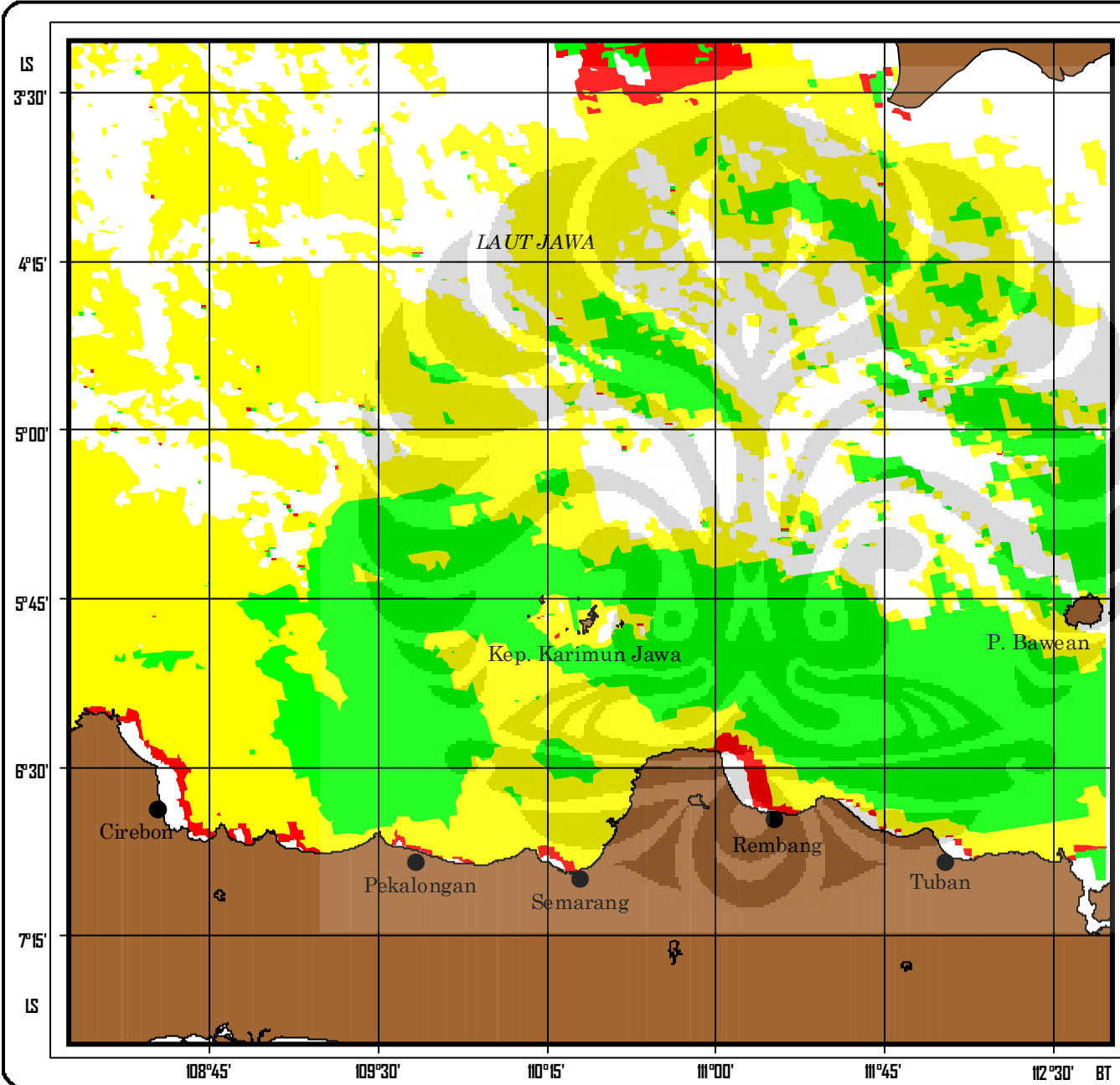
Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)

- Rendah (<0,3 mg/m³)
- Sedang (0,31-1 mg/m³)
- Tinggi (>1 mg/m³)
- Awan
- Darat

INSET

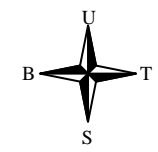


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 17

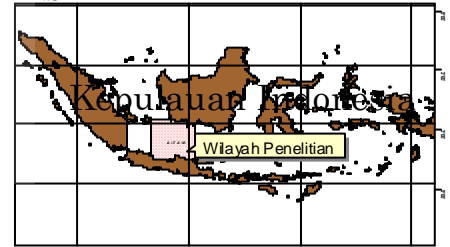
KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juni 2006



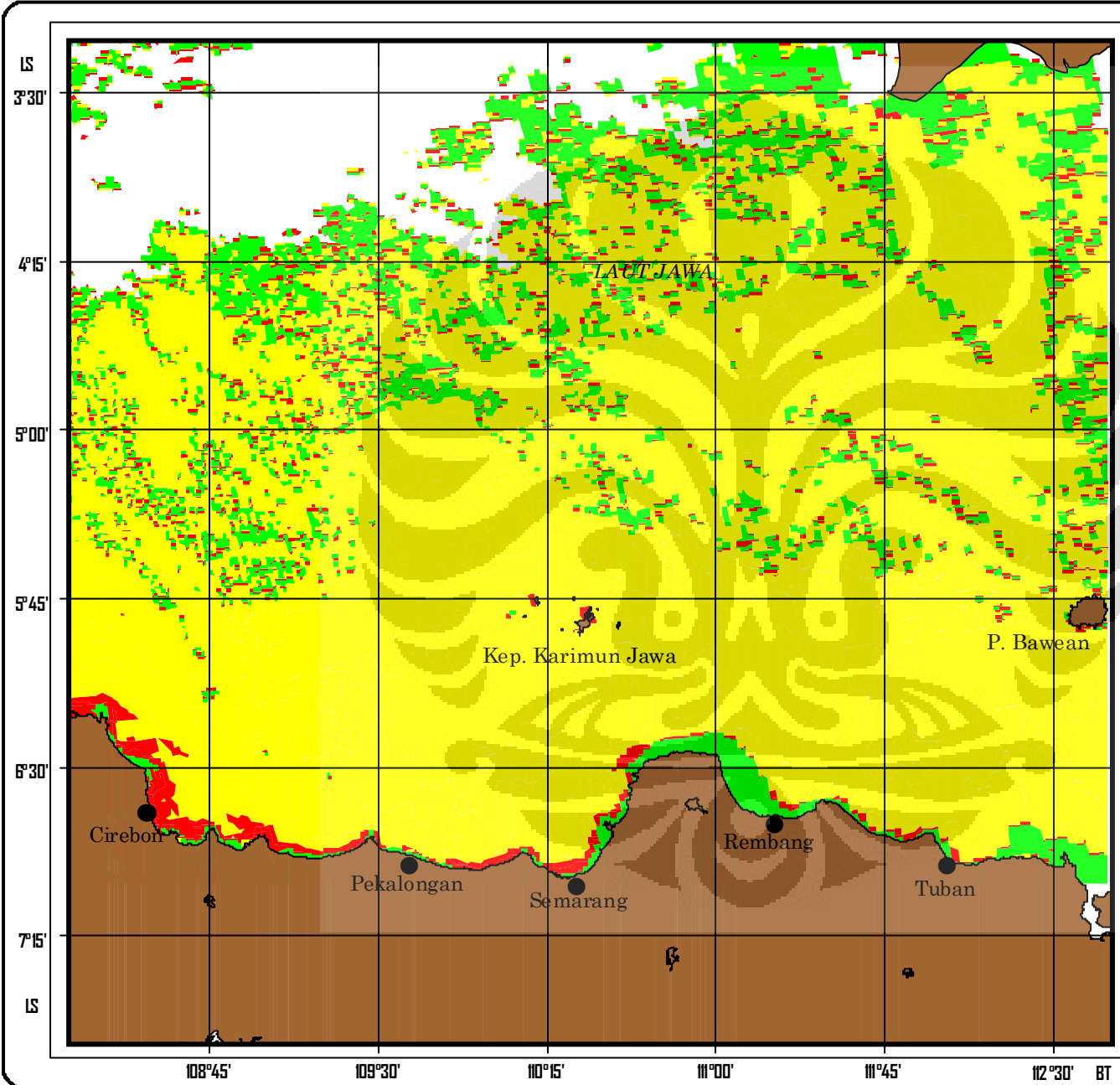
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Awan
 - Darat

INSET

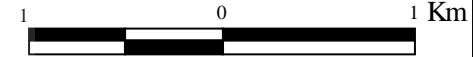
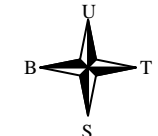


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 18

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Awal Bulan Juli 2006



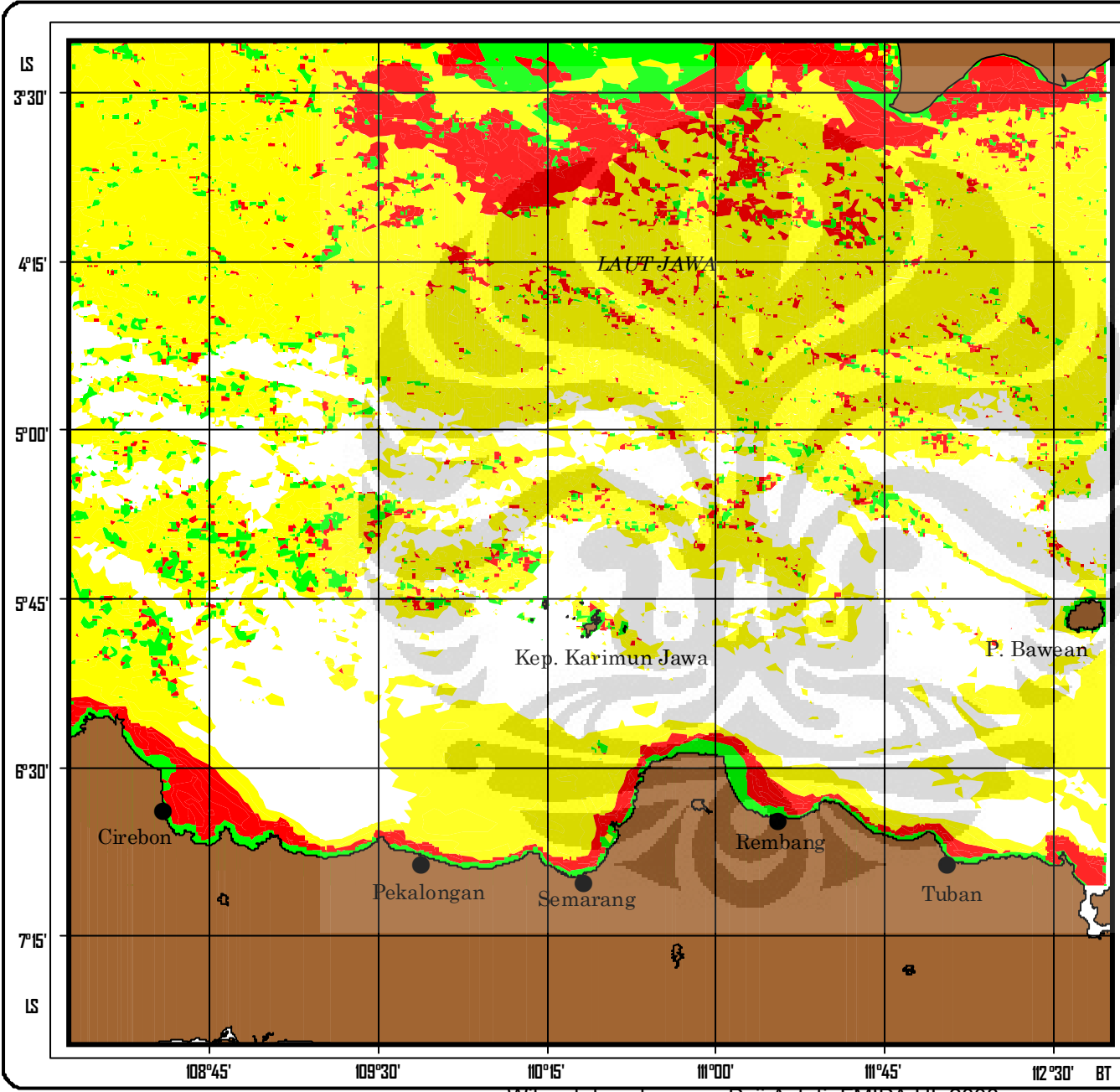
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Awan
 - Darat

INSET

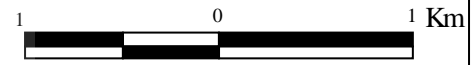


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 19

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juli 2006

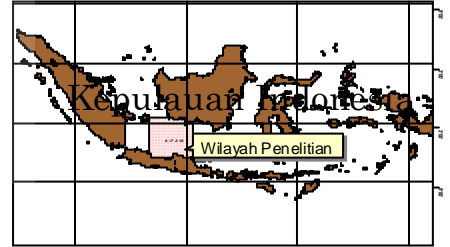


KETERANGAN

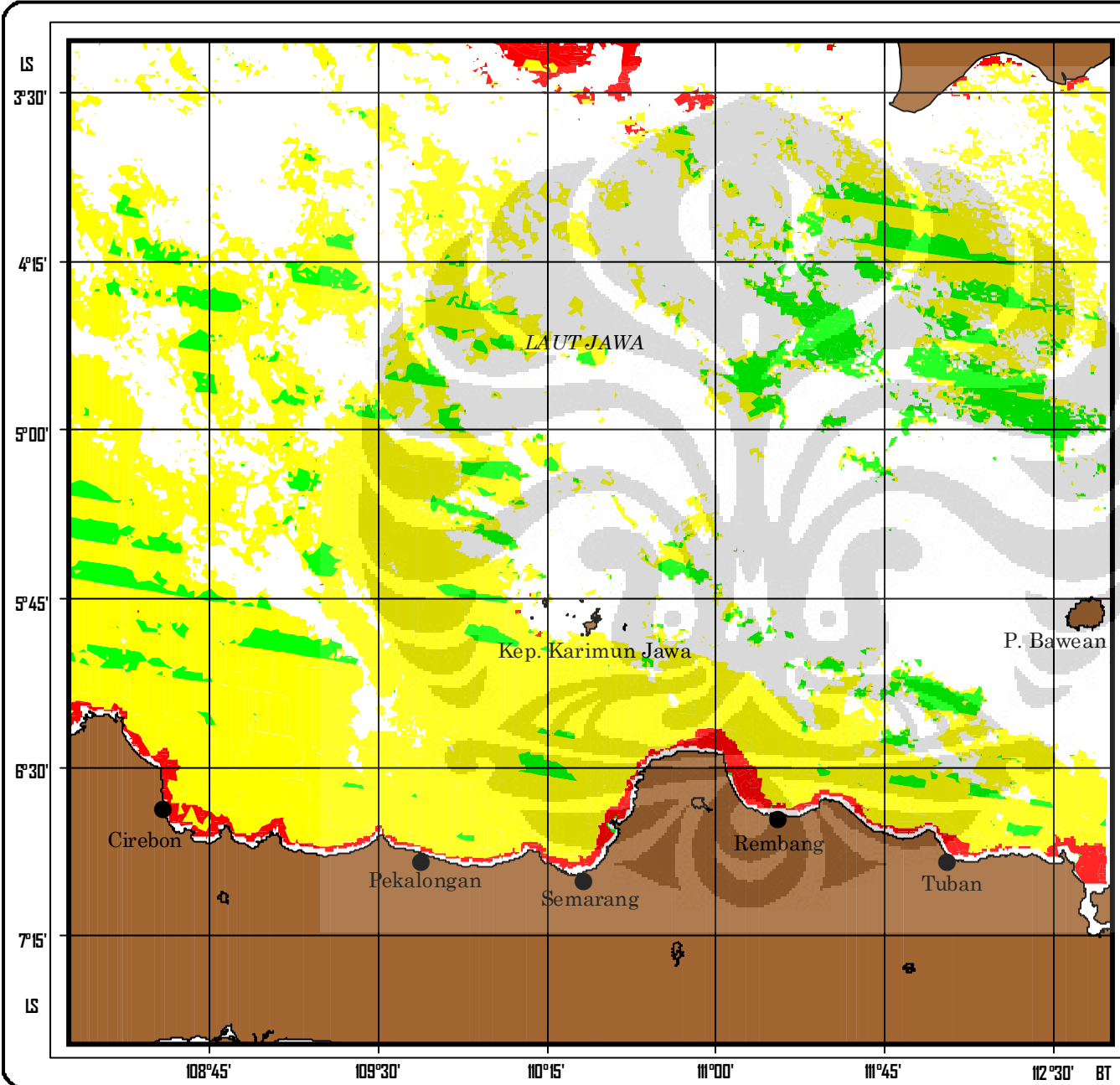
Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)

- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
- Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
- Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
- Awan
- Darat

INSET

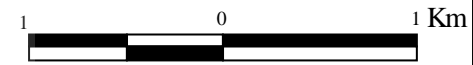
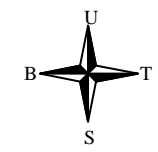


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 20

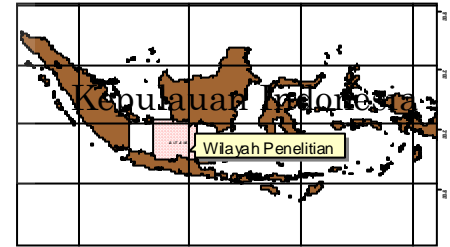
KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Awal Bulan Juli 2007



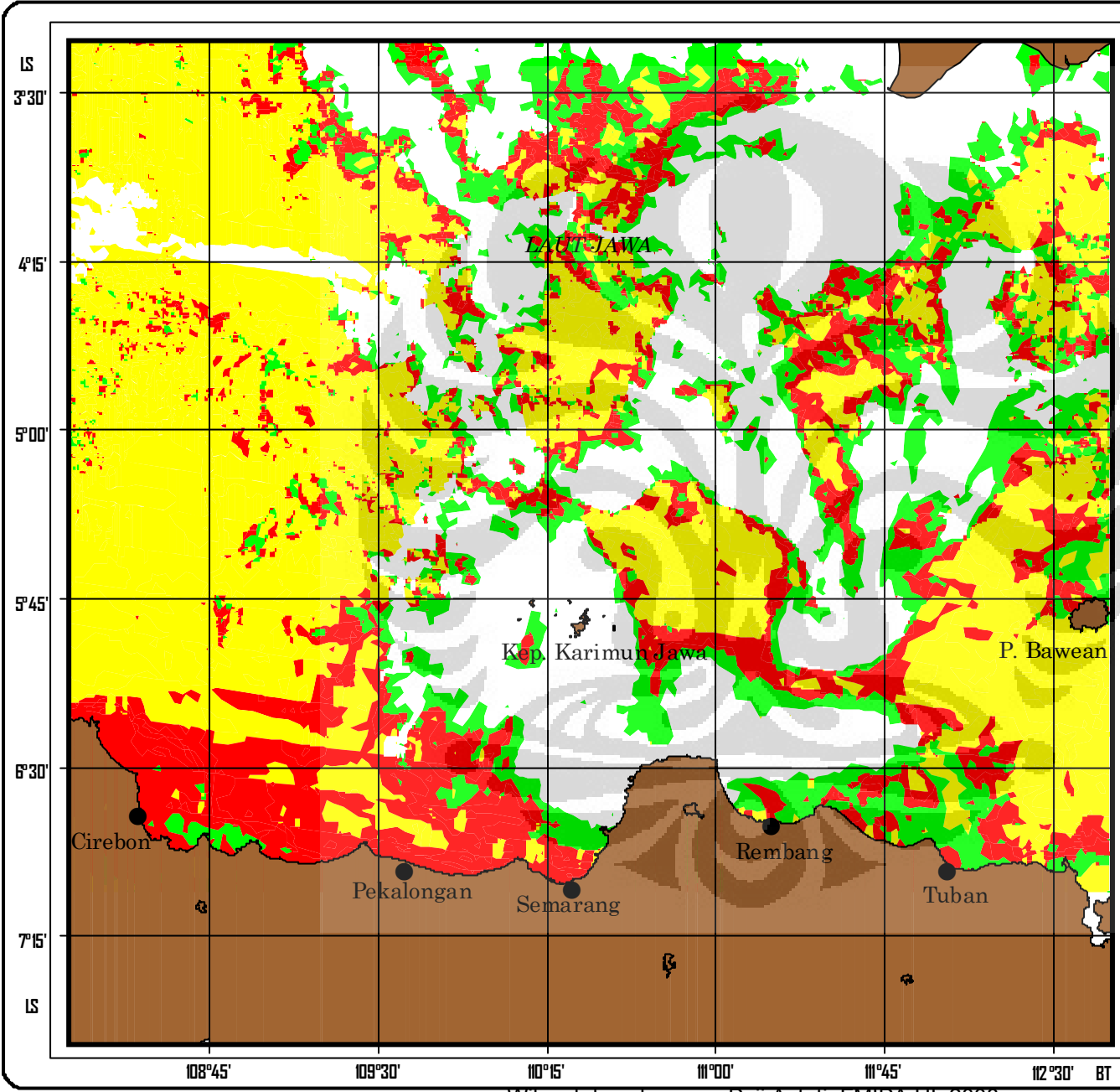
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Awan
 - Darat

INSET

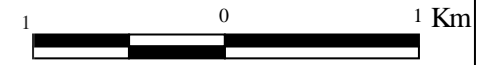
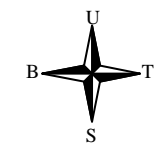


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 21

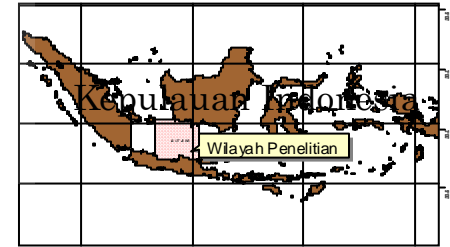
KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juli 2007



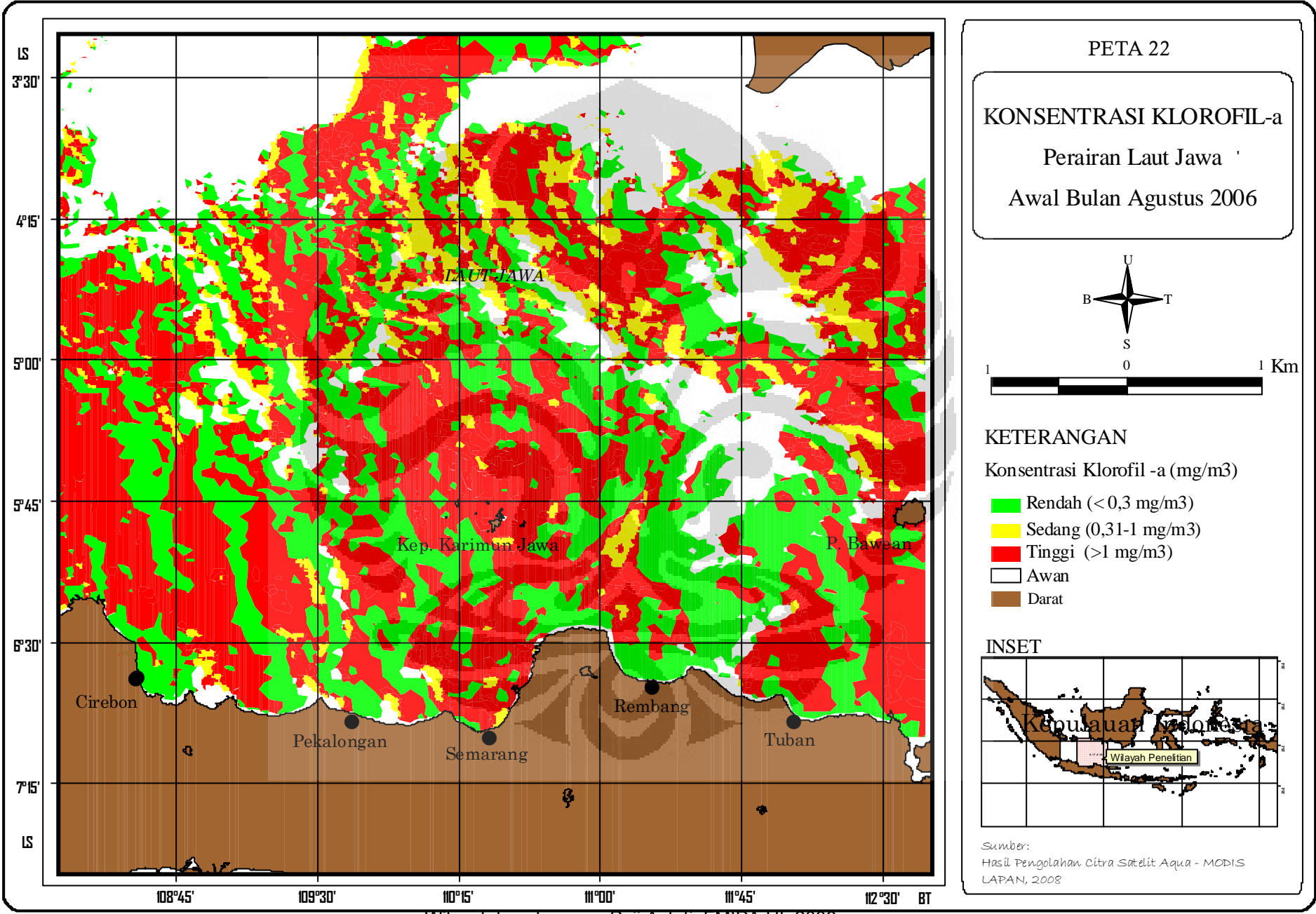
KETERANGAN

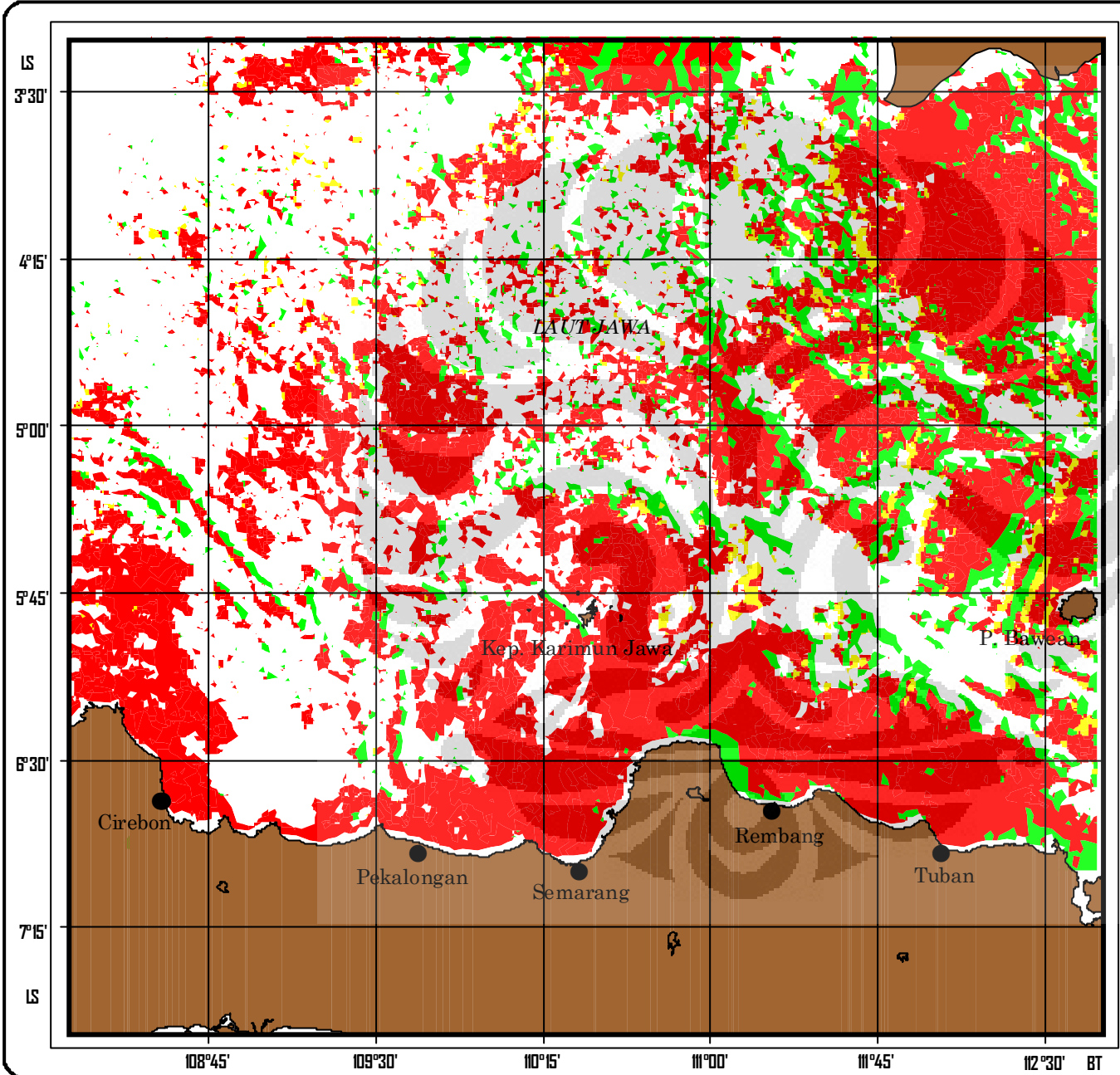
- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<0,3 mg/m³)
 - Sedang (0,31-1 mg/m³)
 - Tinggi (>1 mg/m³)
 - Awan
 - Darat

INSET



Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008





PETA 23

KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Agustus 2006



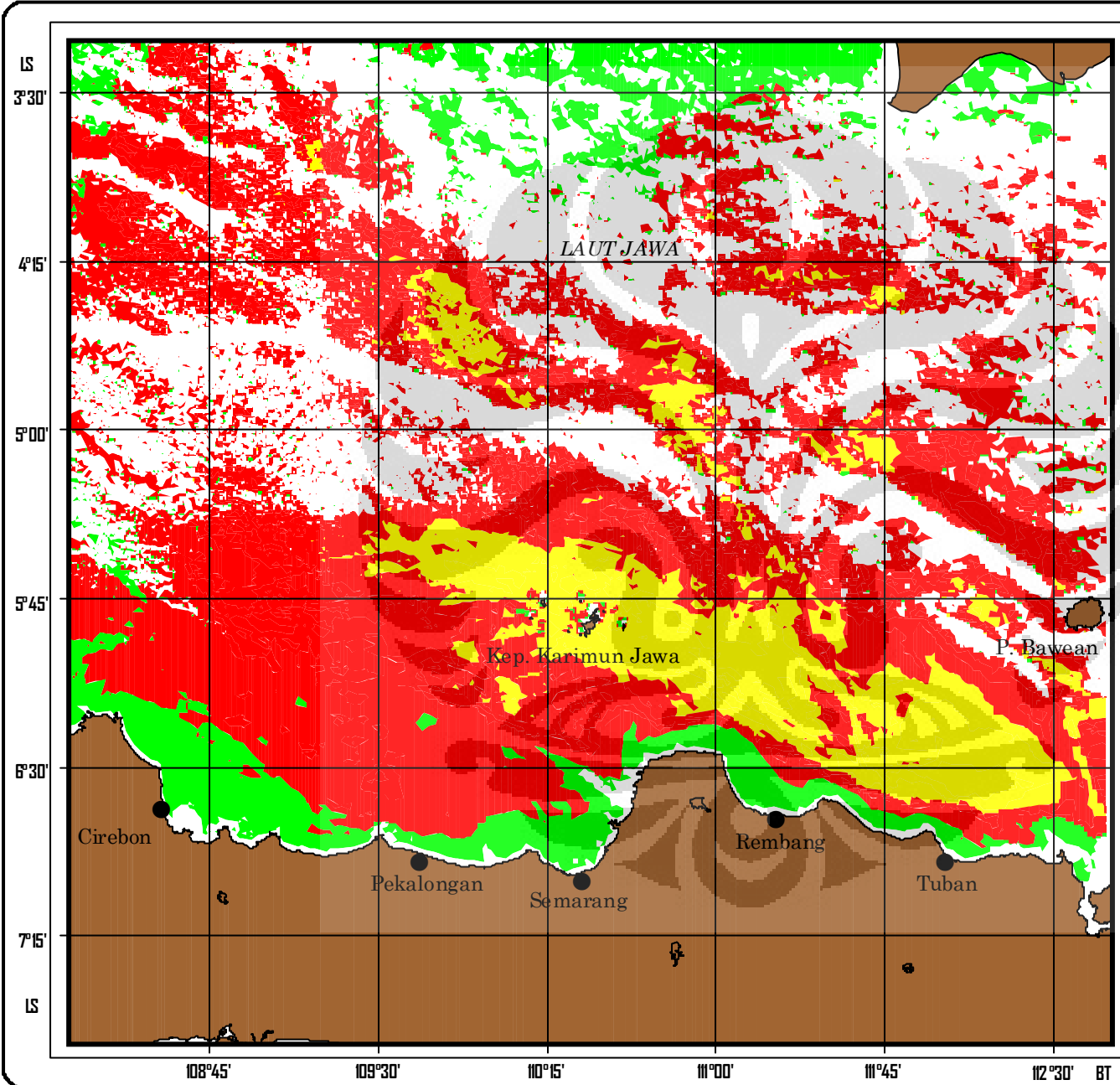
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Awan
 - Darat

INSET

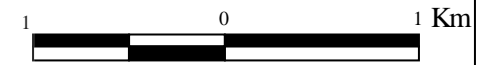


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 24

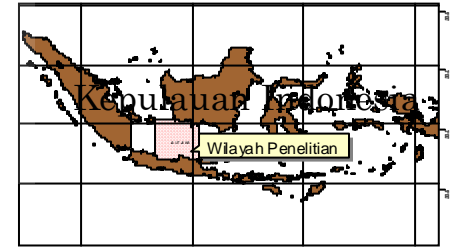
KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Awal Bulan Agustus 2007



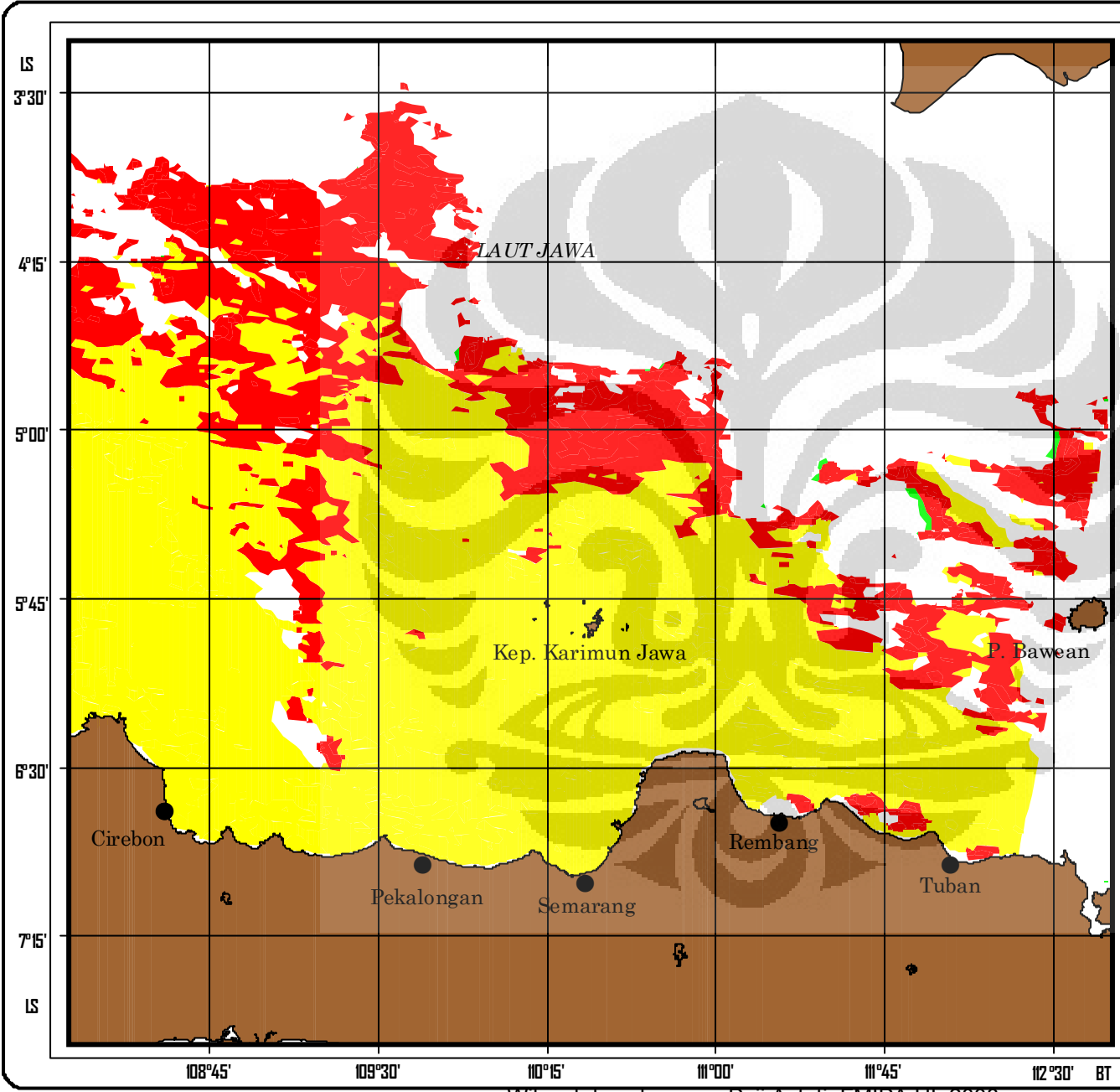
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (< 0,3 mg/m³)
 - Sedang (0,31-1 mg/m³)
 - Tinggi (>1 mg/m³)
 - Awan
 - Darat

INSET

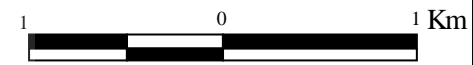


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 25

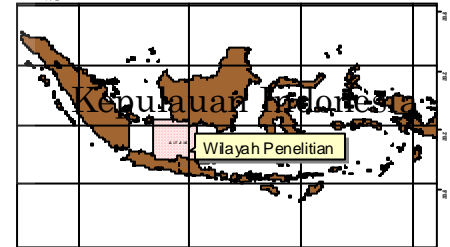
KONSENTRASI KLOOROFIL-a
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Agustus 2007



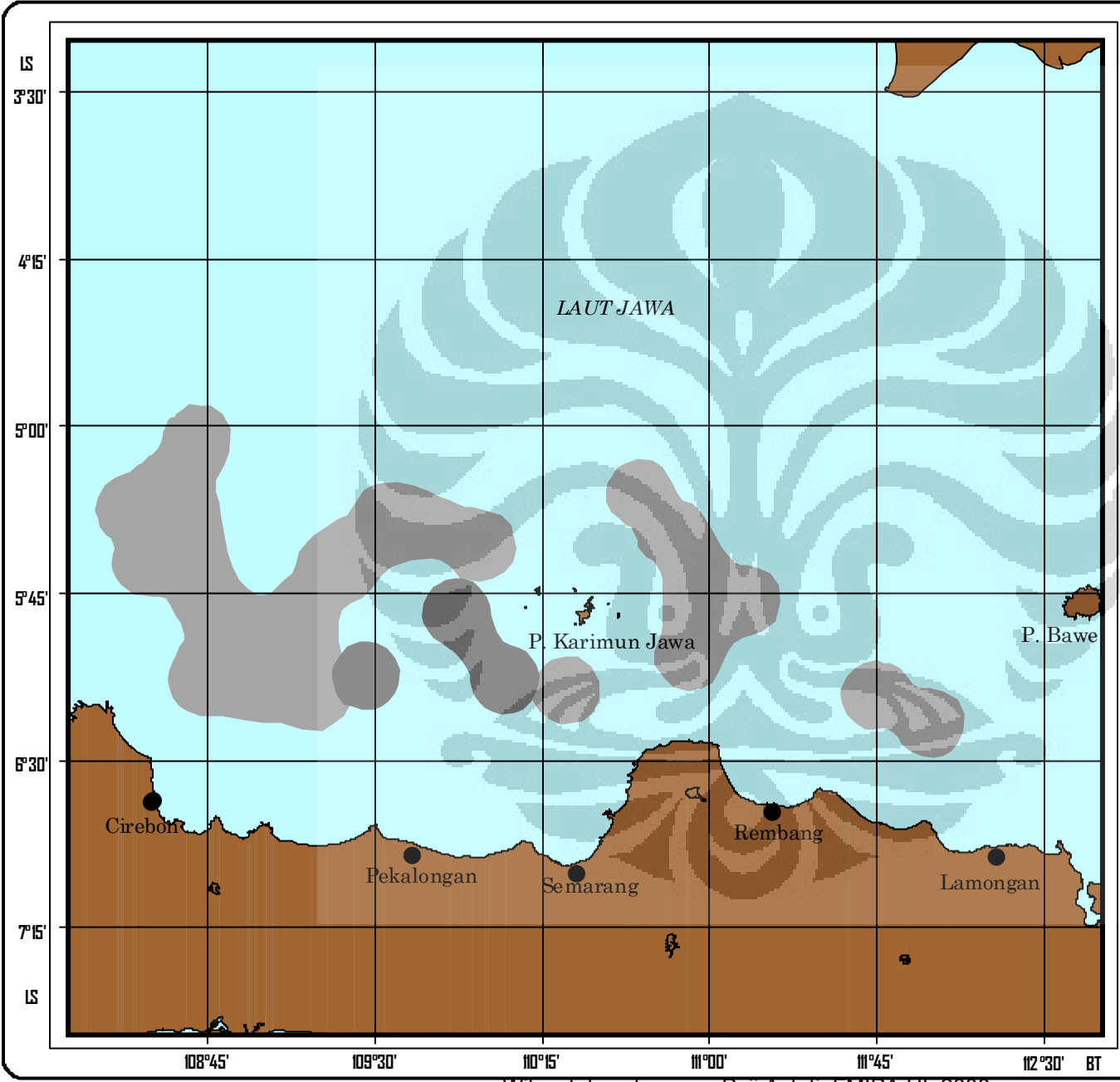
KETERANGAN

- Konsentrasi Klorofil -a (mg/m³)
- Rendah (<math>< 0,3 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Sedang ($0,31-1 \text{ mg/m}^3$)
 - Tinggi (>math>1 \text{ mg/m}^3</math>)
 - Awan
 - Darat

INSET

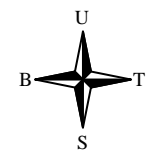


Sumber:
 Hasil Pengolahan Citra Satelit Aqua - MODIS
 LAPAN, 2008



PETA 26

WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Juni 2006



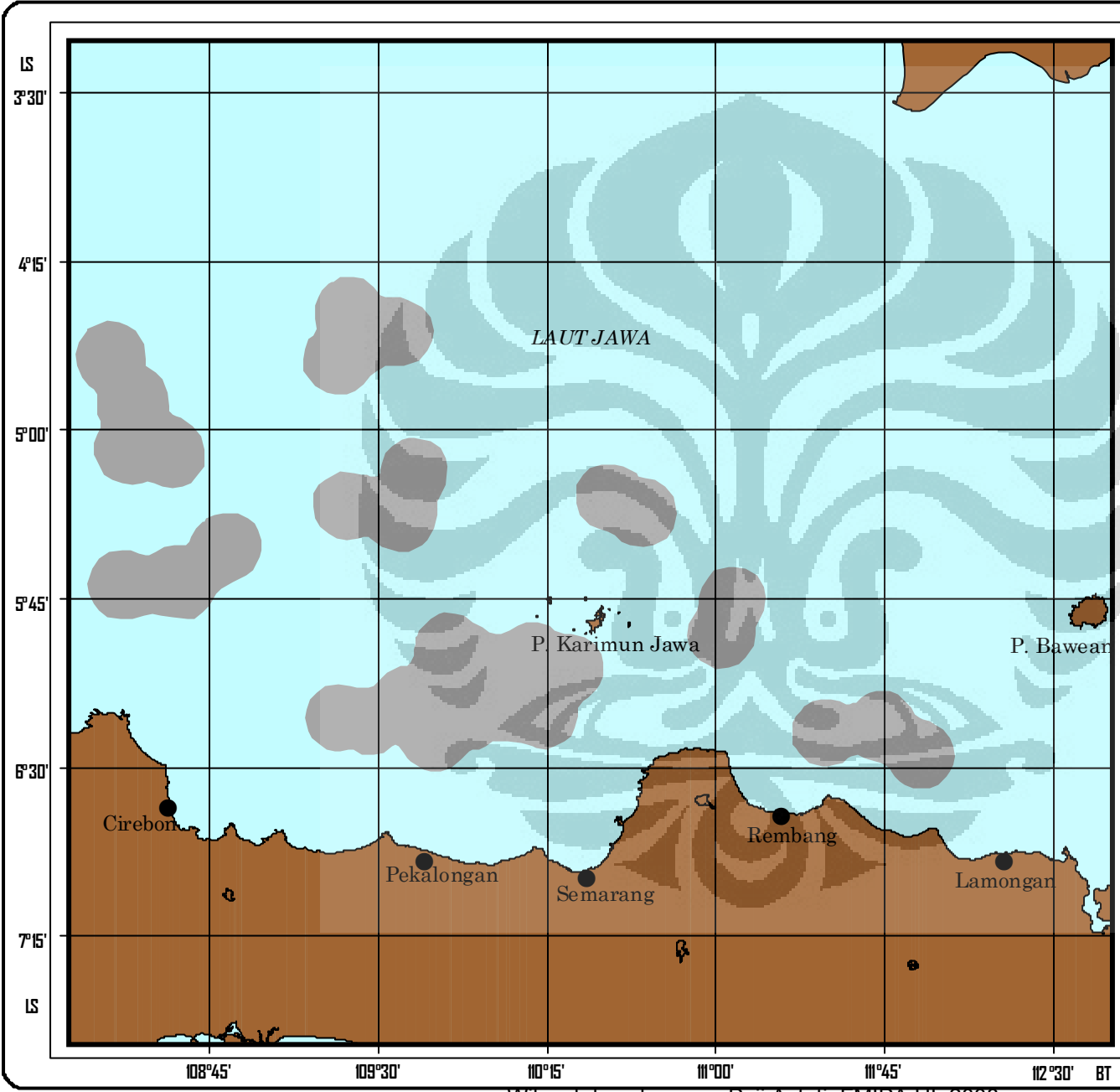
KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET

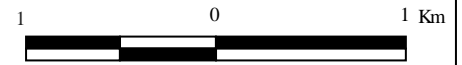


Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 27

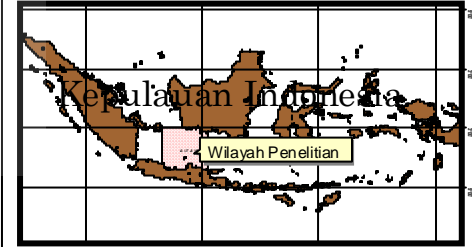
WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Akhir Bulan Juni 2006



KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



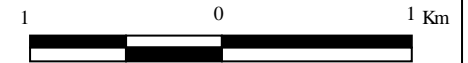
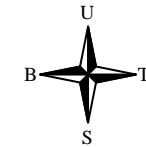
Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

PETA 28

WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa

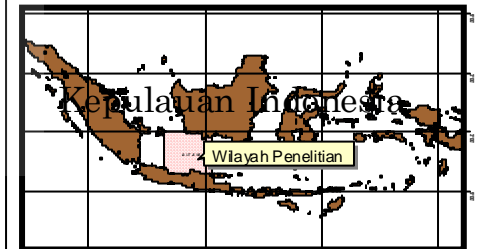
Awal Bulan Juni 2007



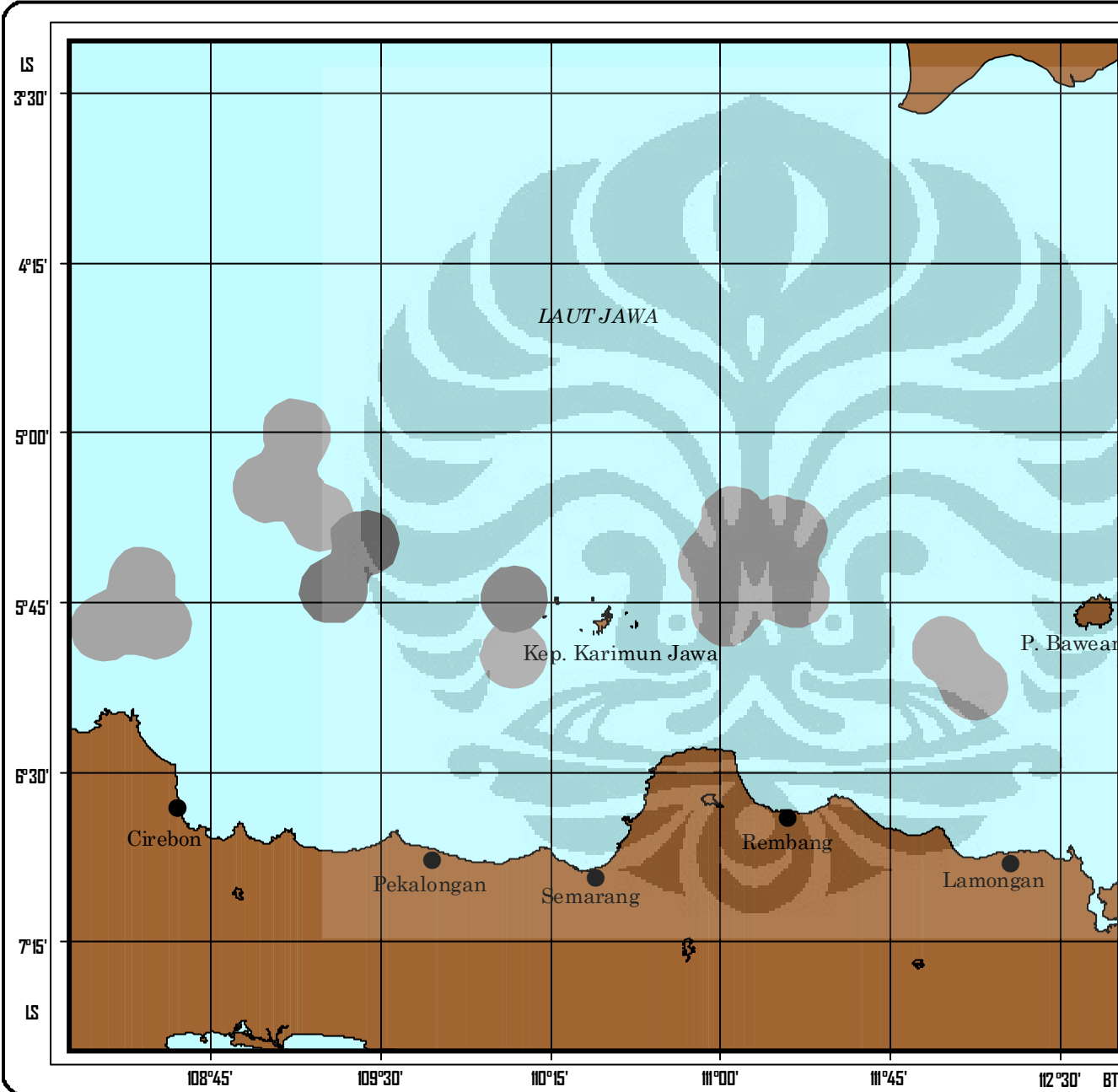
KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

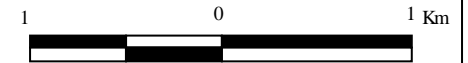
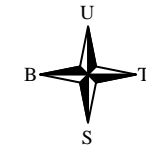


PETA 29

WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa

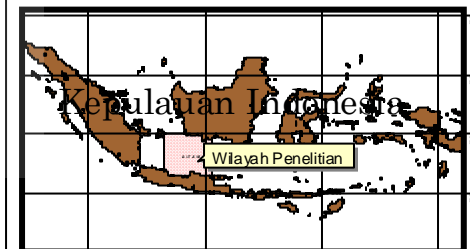
Akhir Bulan Juni 2007



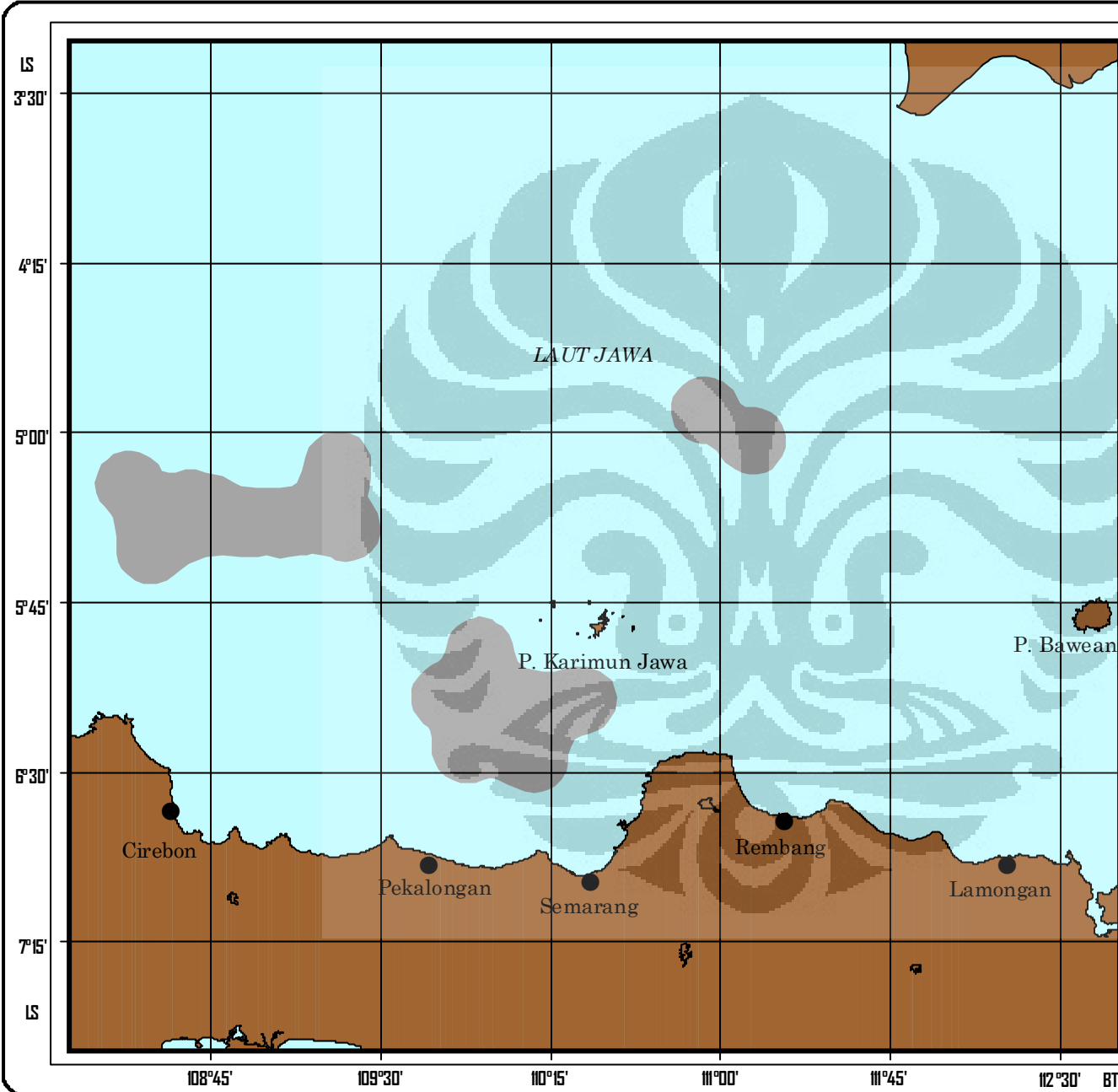
KETERANGAN

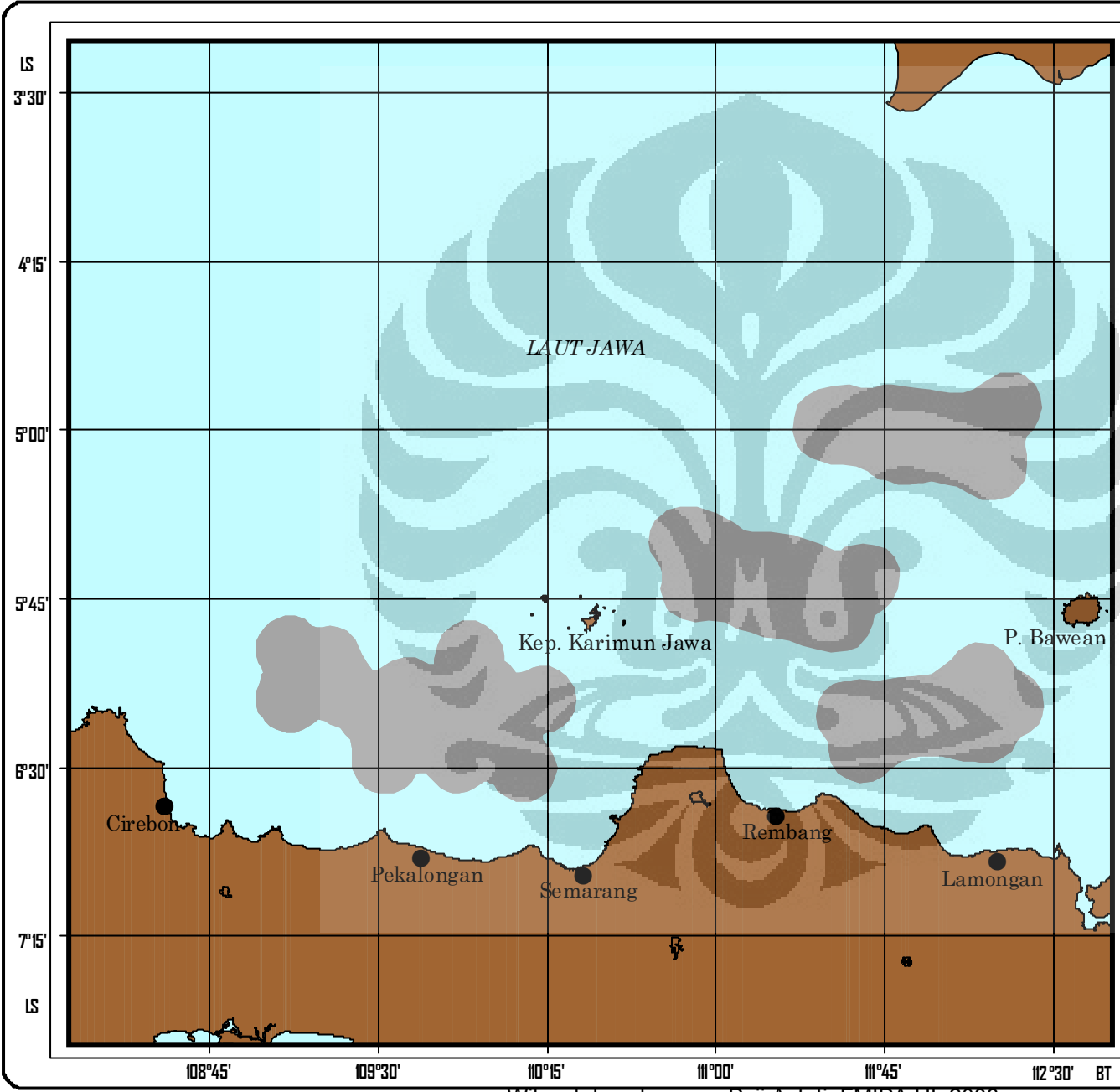
- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



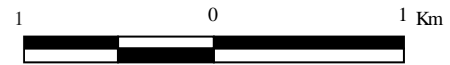
Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008





PETA 30

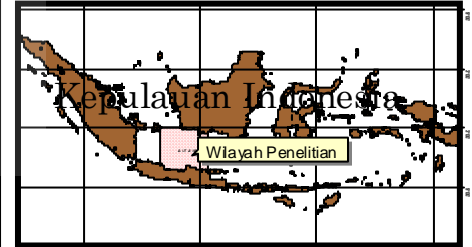
WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Juli 2006



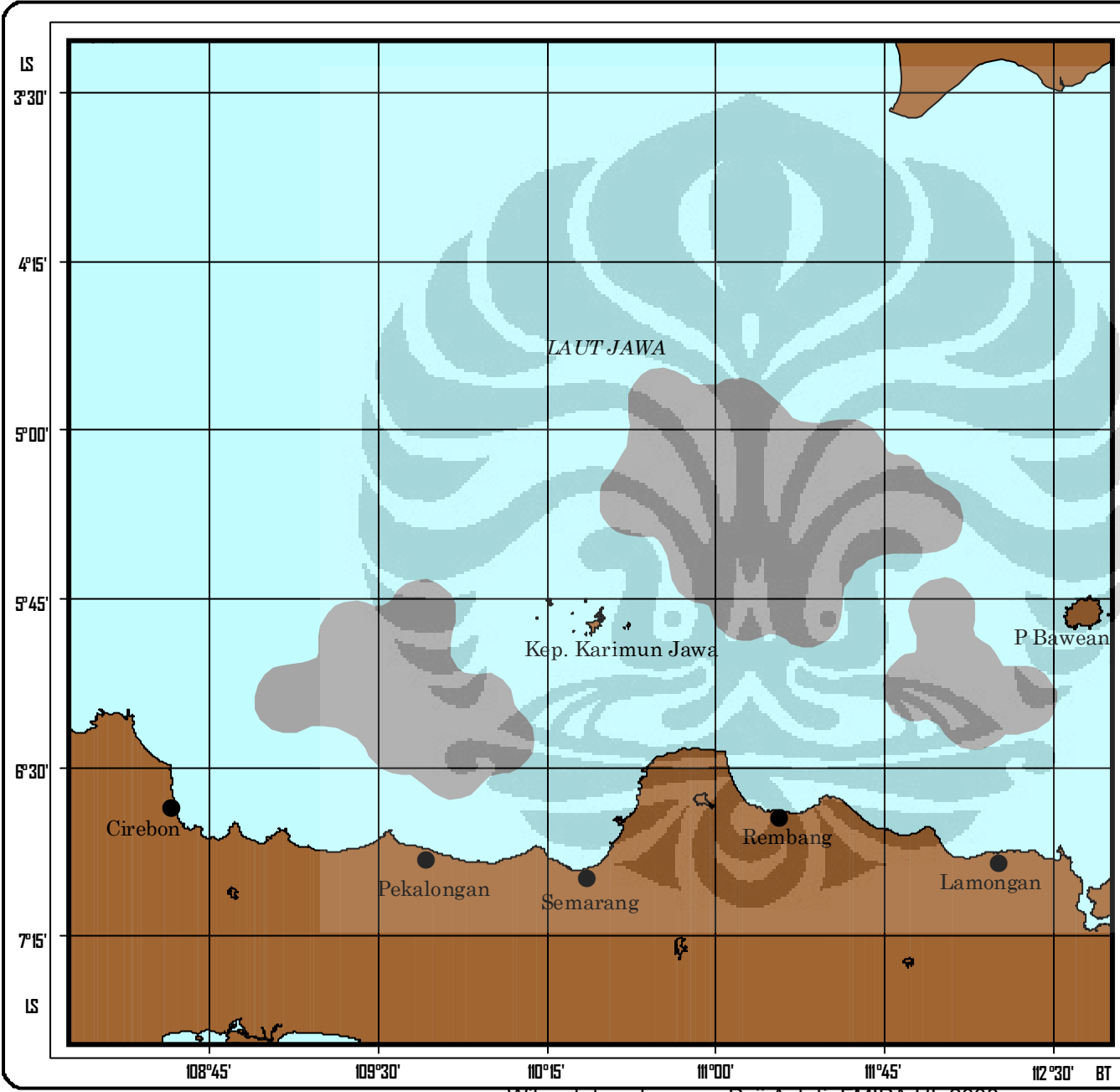
KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 31

WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Akhir Bulan Juli 2006



KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



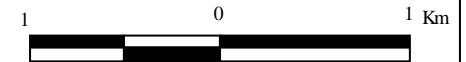
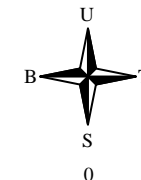
Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

PETA 32

WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa

Awal Bulan Juli 2007



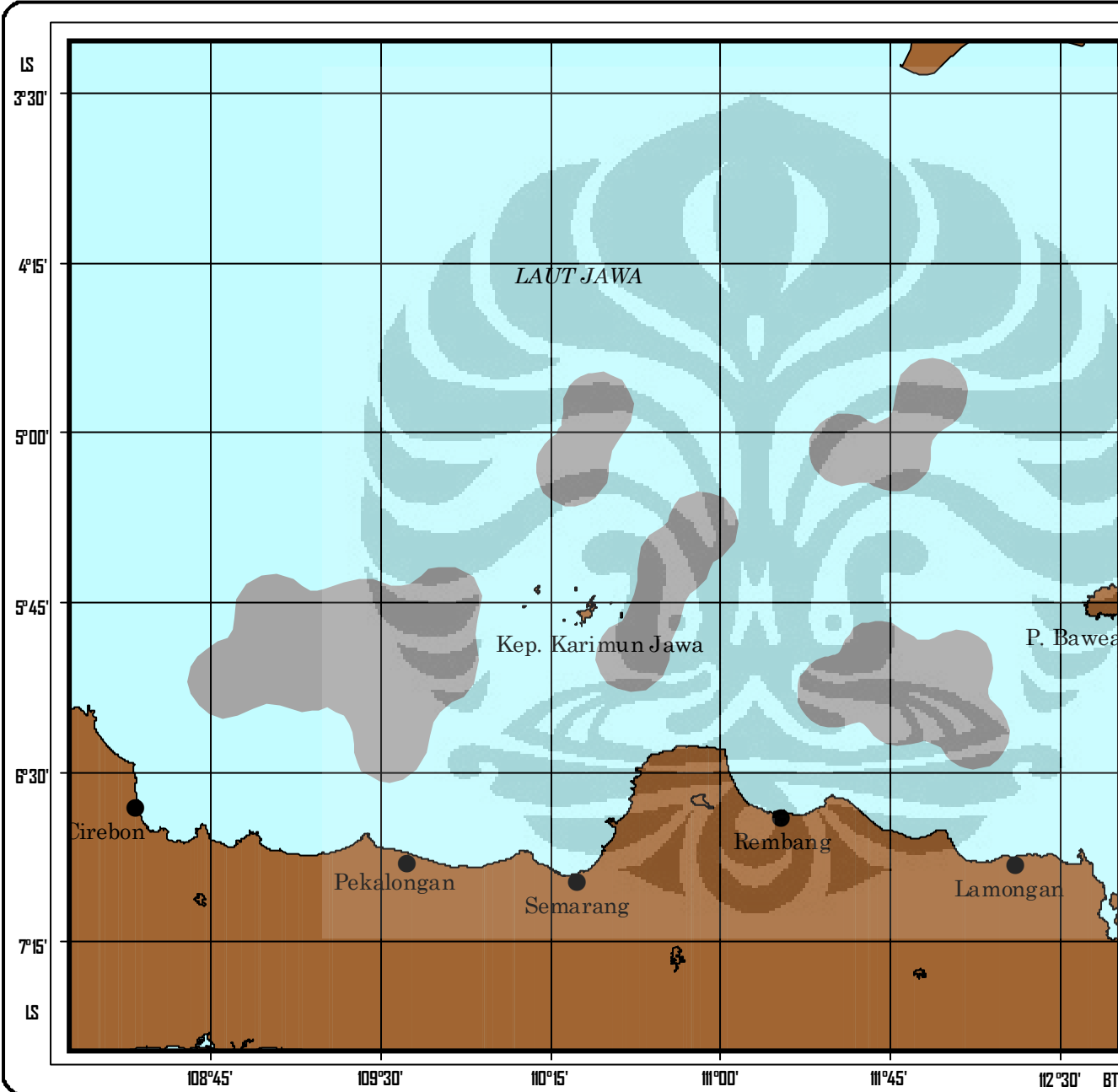
KETERANGAN

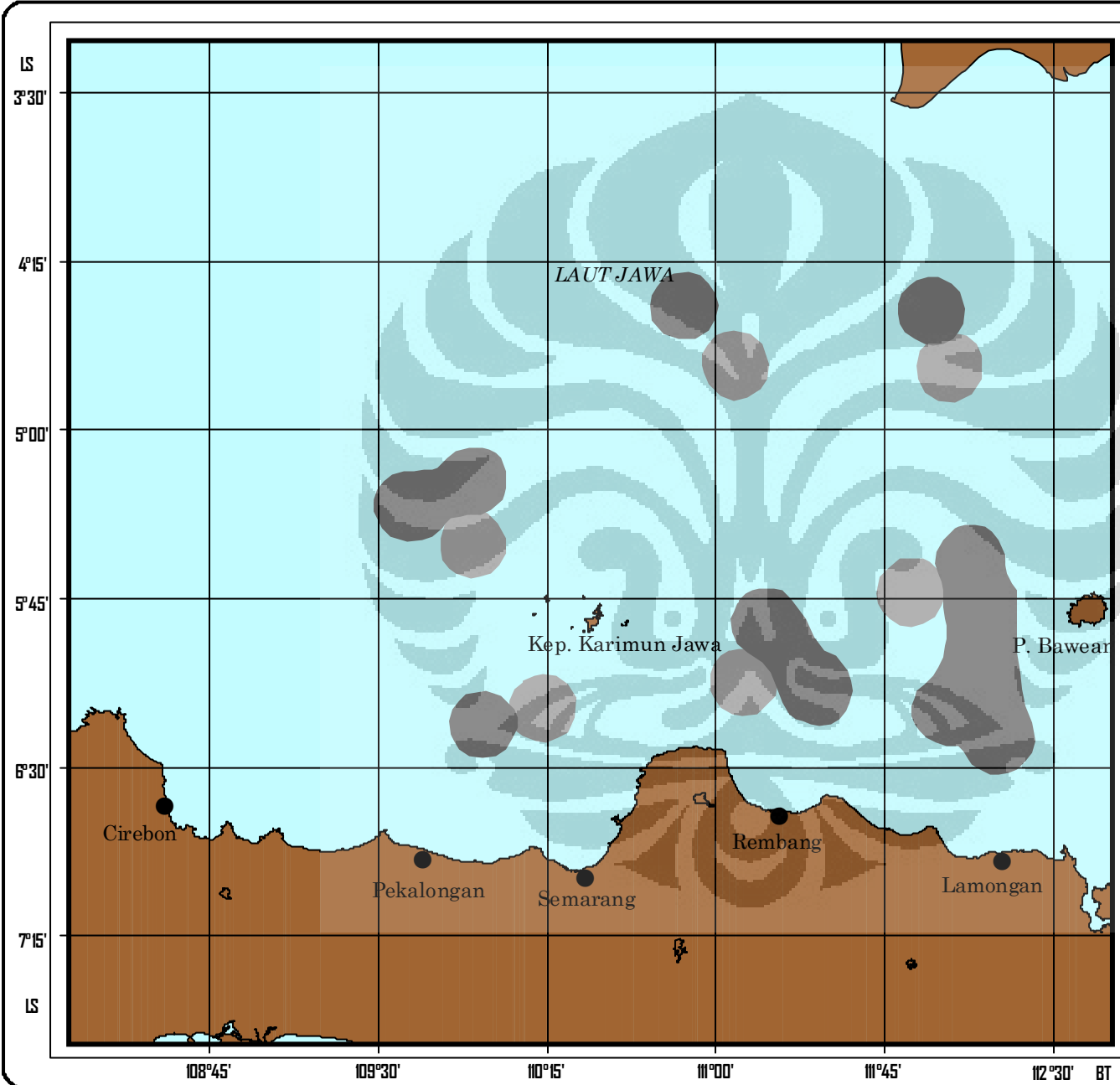
- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



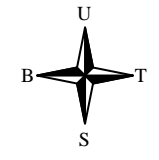
Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008





PETA 33

WILAYAH KESUBURAN
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Juli 2007



KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

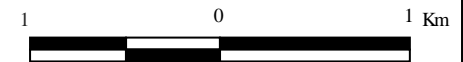
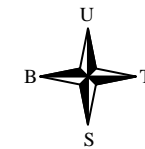
INSET



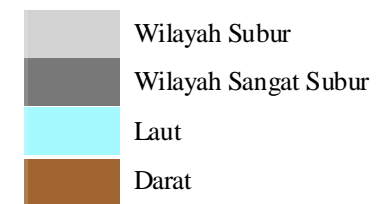
Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

PETA 34

WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Agustus 2006



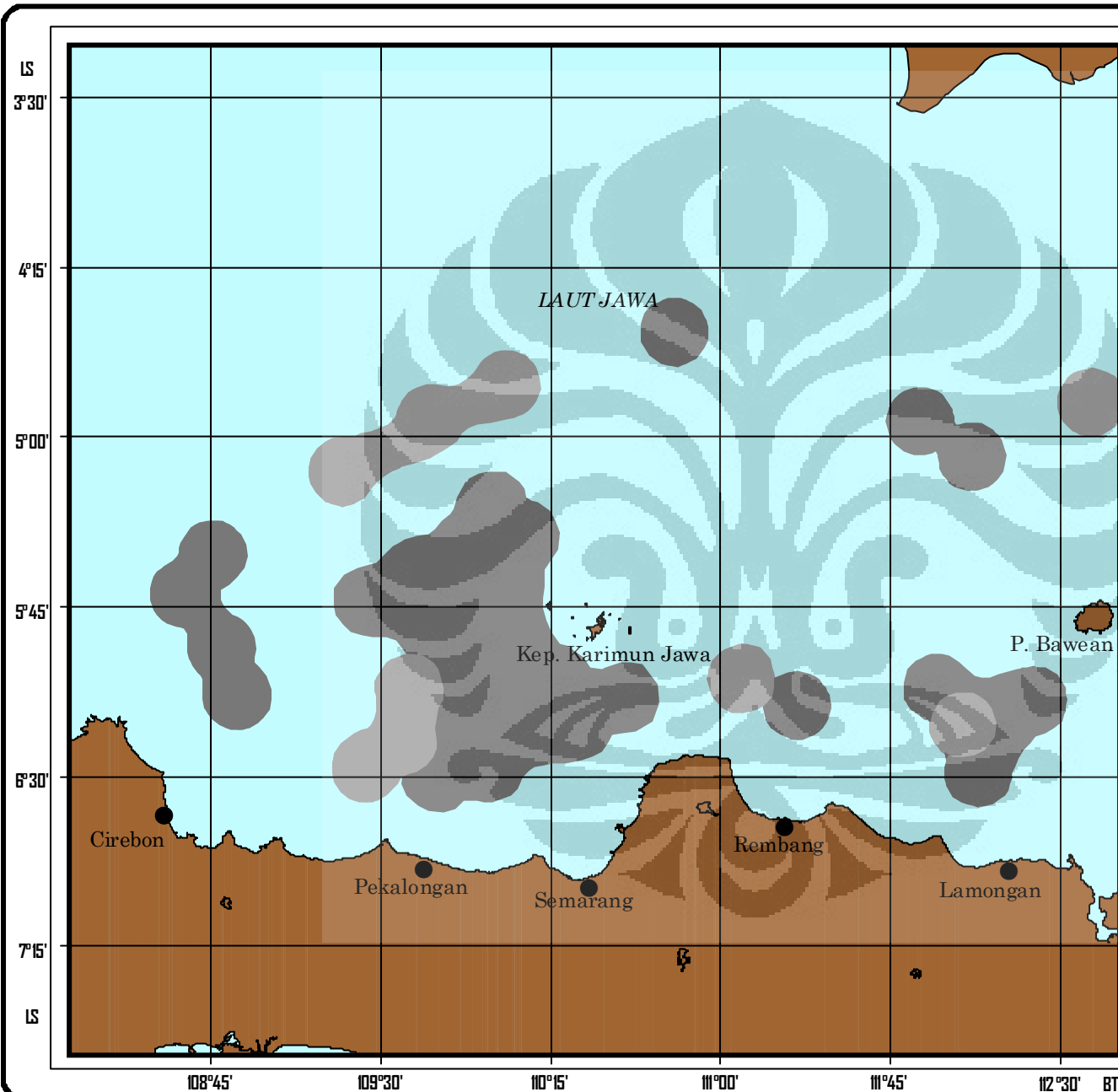
KETERANGAN



INSET



Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

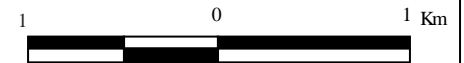
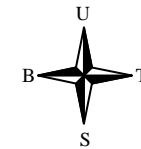


PETA 35

WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa

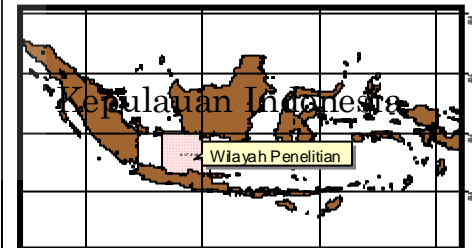
Akhir Bulan Agustus 2006



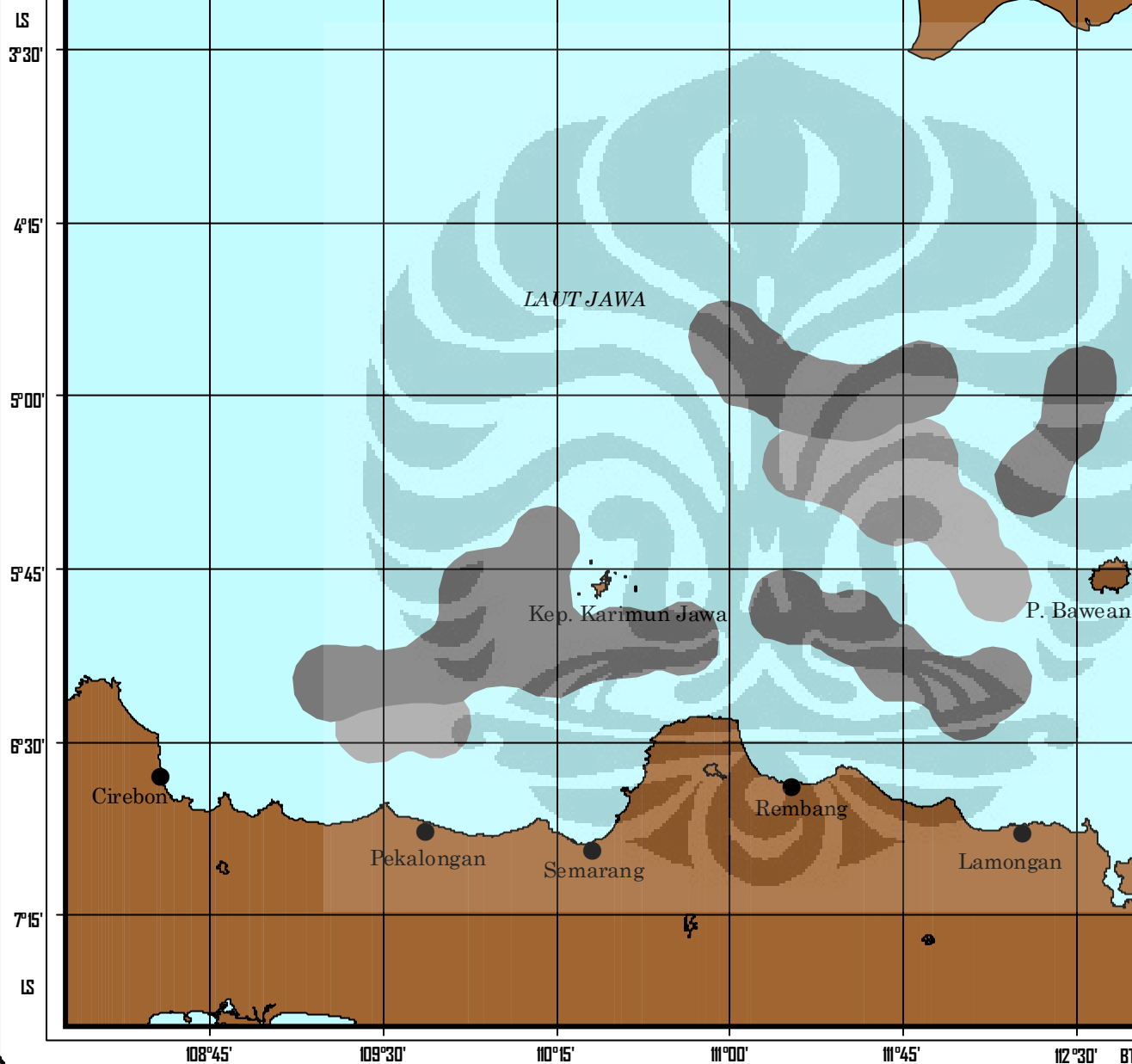
KETERANGAN

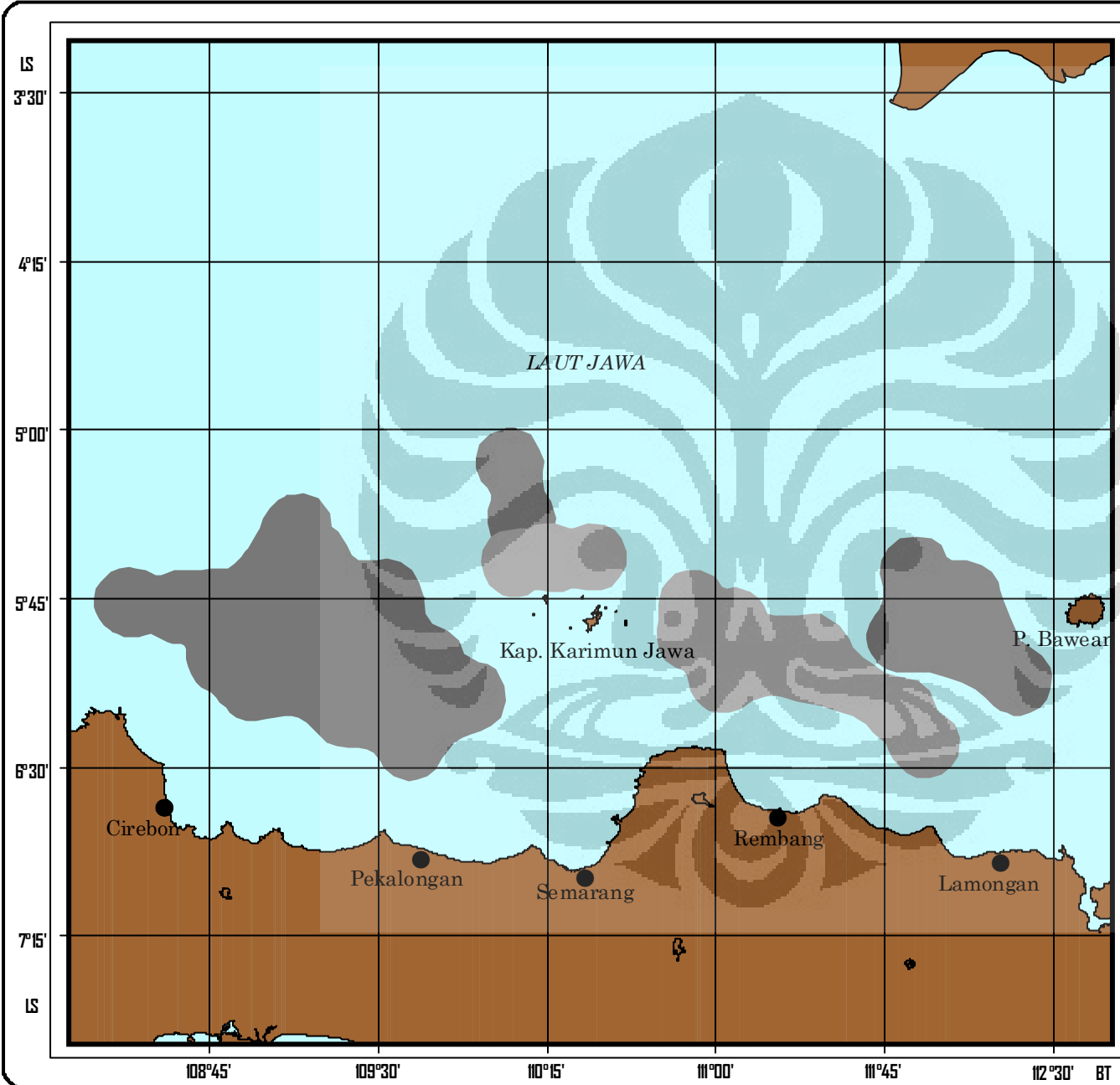
- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



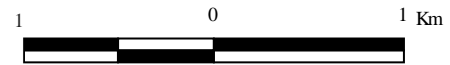
Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008





PETA 36

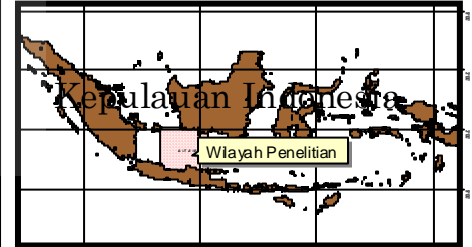
WILAYAH KESUBURAN
Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Agustus 2007



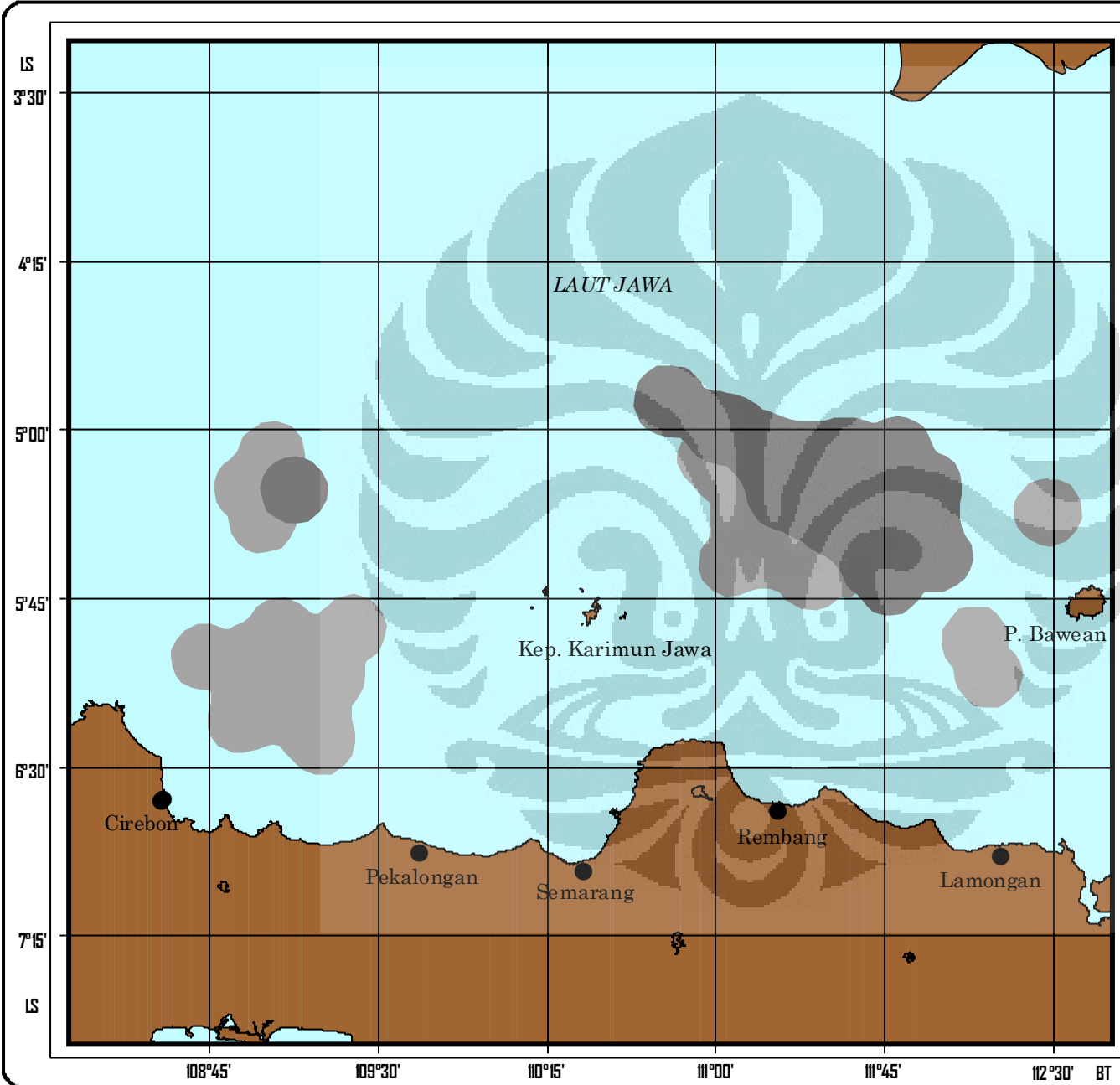
KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET

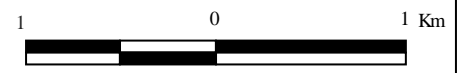


Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 37

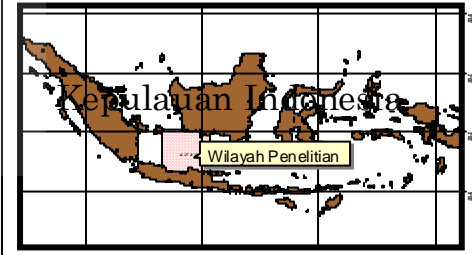
WILAYAH KESUBURAN
 Perairan Laut Jawa
 Akhir Bulan Agustus 2007



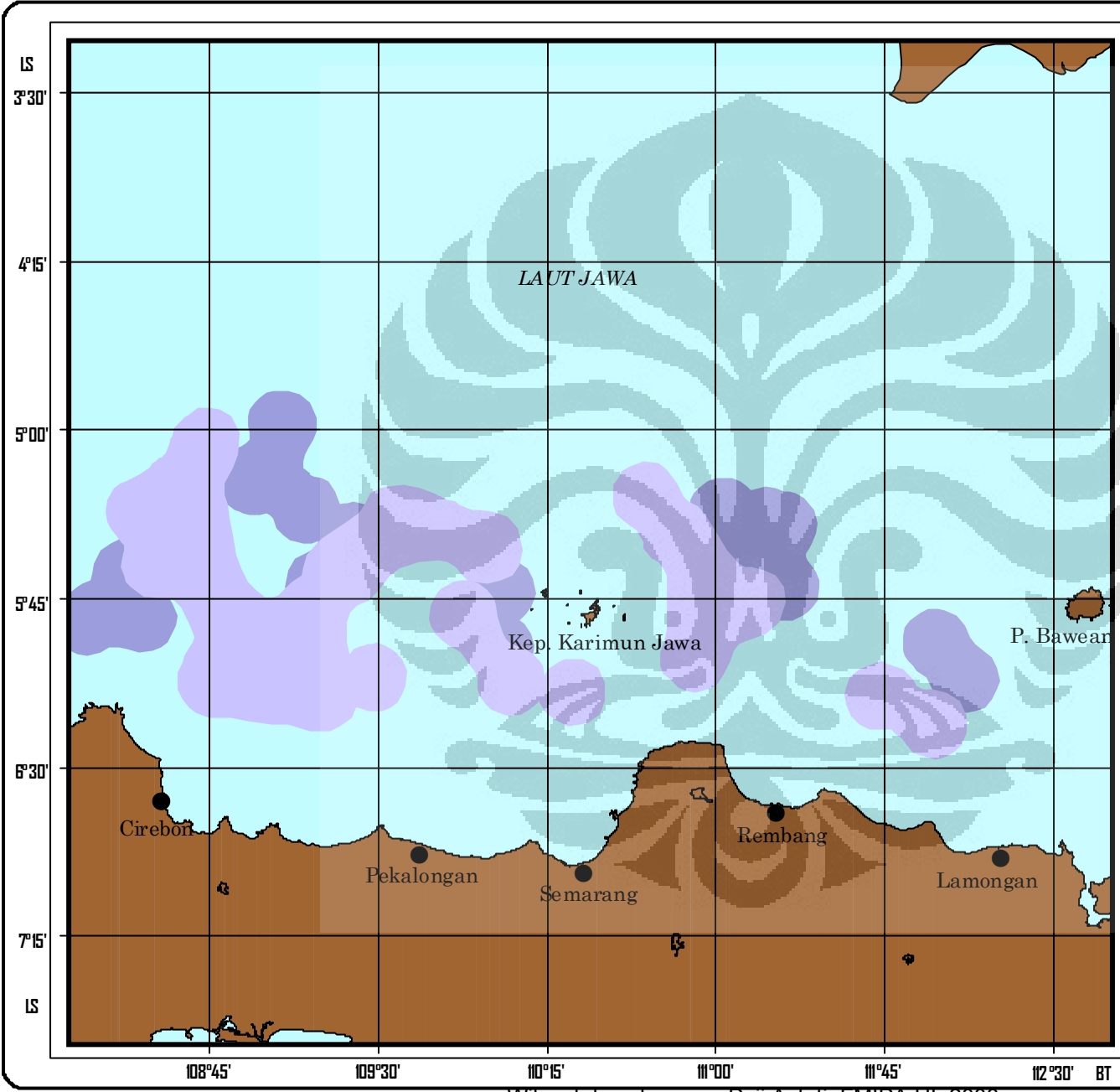
KETERANGAN

- Wilayah Subur
- Wilayah Sangat Subur
- Laut
- Darat

INSET



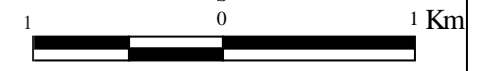
Sumber:
 Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
 dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 38

**PERBEDAAN
WILAYAH KESUBURAN**

Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Juni
2006 & 2007



KETERANGAN

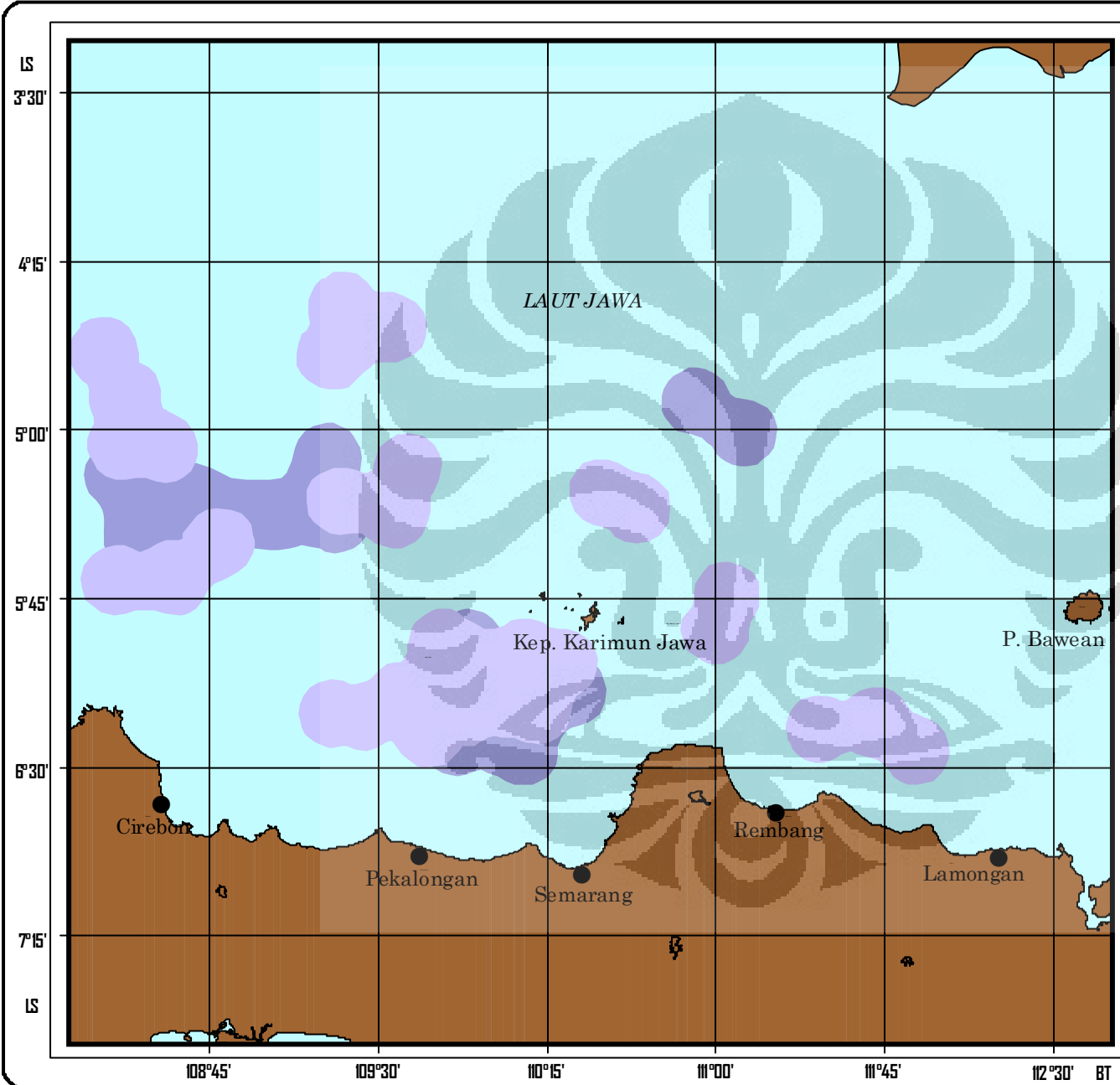
Wilayah Kesuburan Perairan

- Tahun 2006
- Tahun 2007
- Laut
- Darat

INSET



Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 39

**PERBEDAAN
WILAYAH KESUBURAN**

Perairan Laut Jawa
Akhir Bulan Juni
2006 & 2007



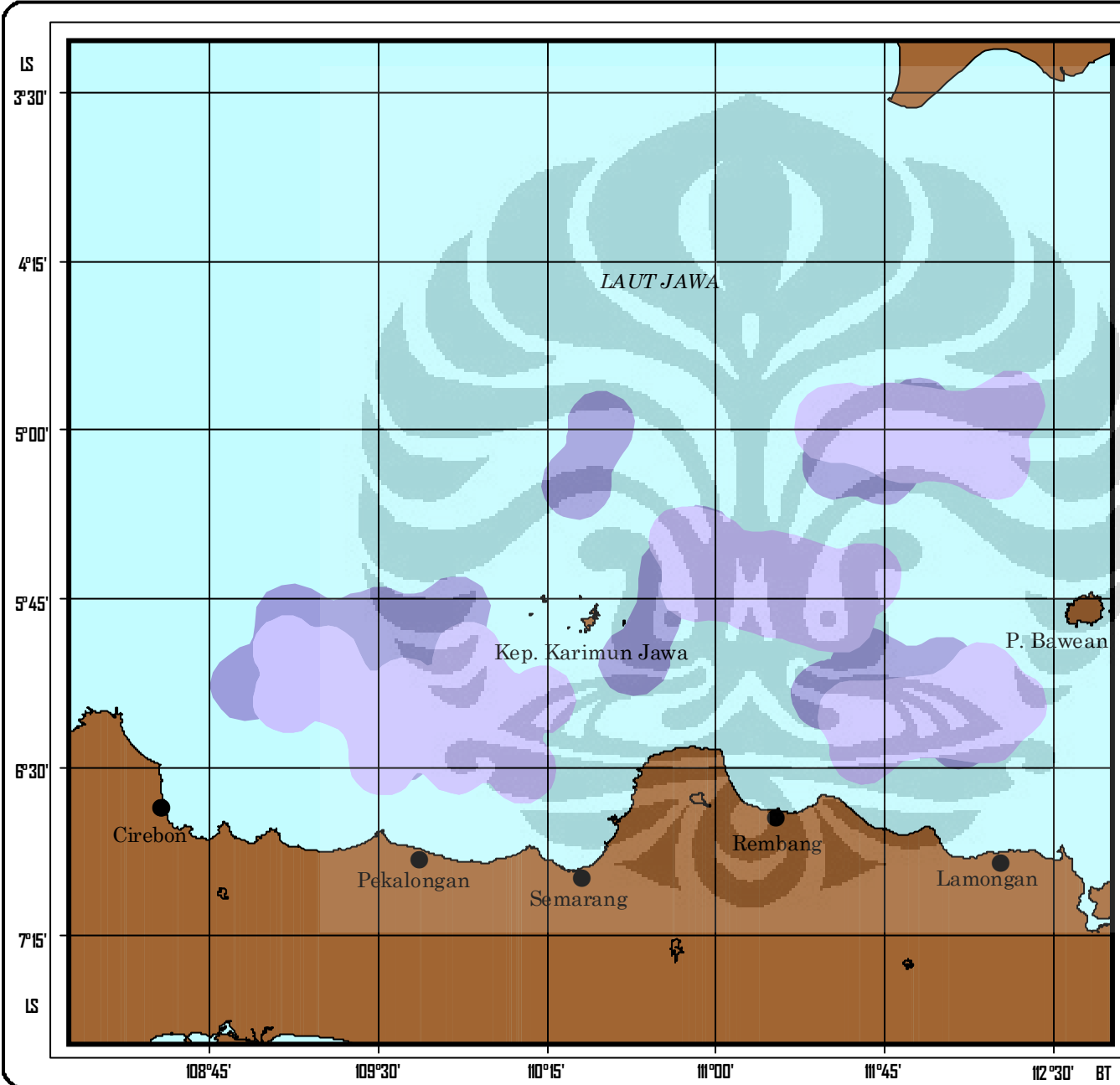
KETERANGAN

- Wilayah Kesuburan Perairan
- Tahun 2006
 - Tahun 2007
 - Laut
 - Darat

INSET



Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 40

**PERBEDAAN
WILAYAH KESUBURAN**

Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Juli
2006 & 2007

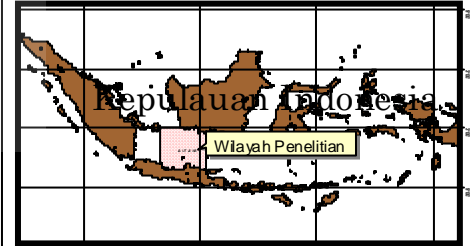


KETERANGAN

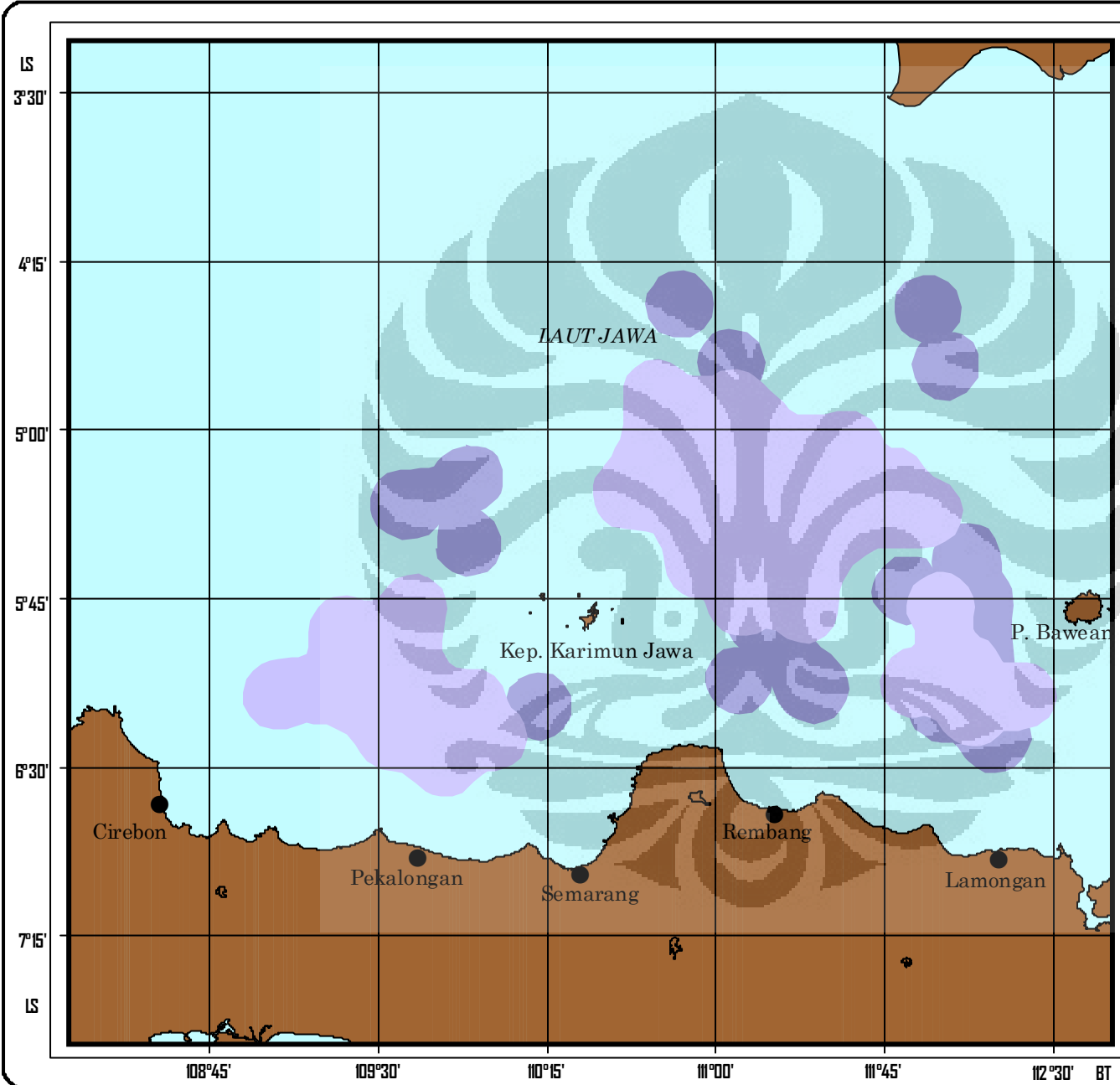
Wilayah Kesuburan Perairan

- Tahun 2006
- Tahun 2007
- Laut
- Darat

INSET

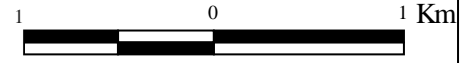
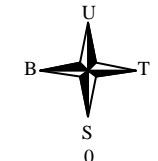


Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 41

**PERBEDAAN
WILAYAH KESUBURAN**
Perairan Laut Jawa
Akhir Bulan Juli
2006 & 2007



KETERANGAN

Wilayah Kesuburan Perairan

- Tahun 2006
- Tahun 2007
- Laut
- Darat

INSET

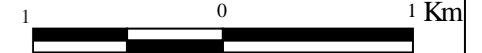
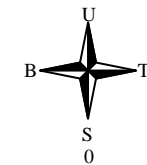


Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

PETA 42

PERBEDAAN WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa
Awal Bulan Agustus
2006 & 2007

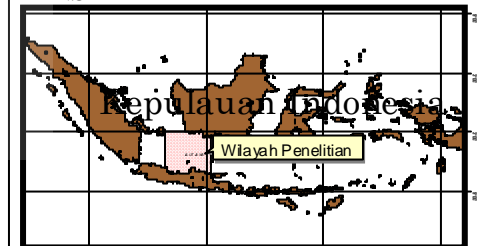


KETERANGAN

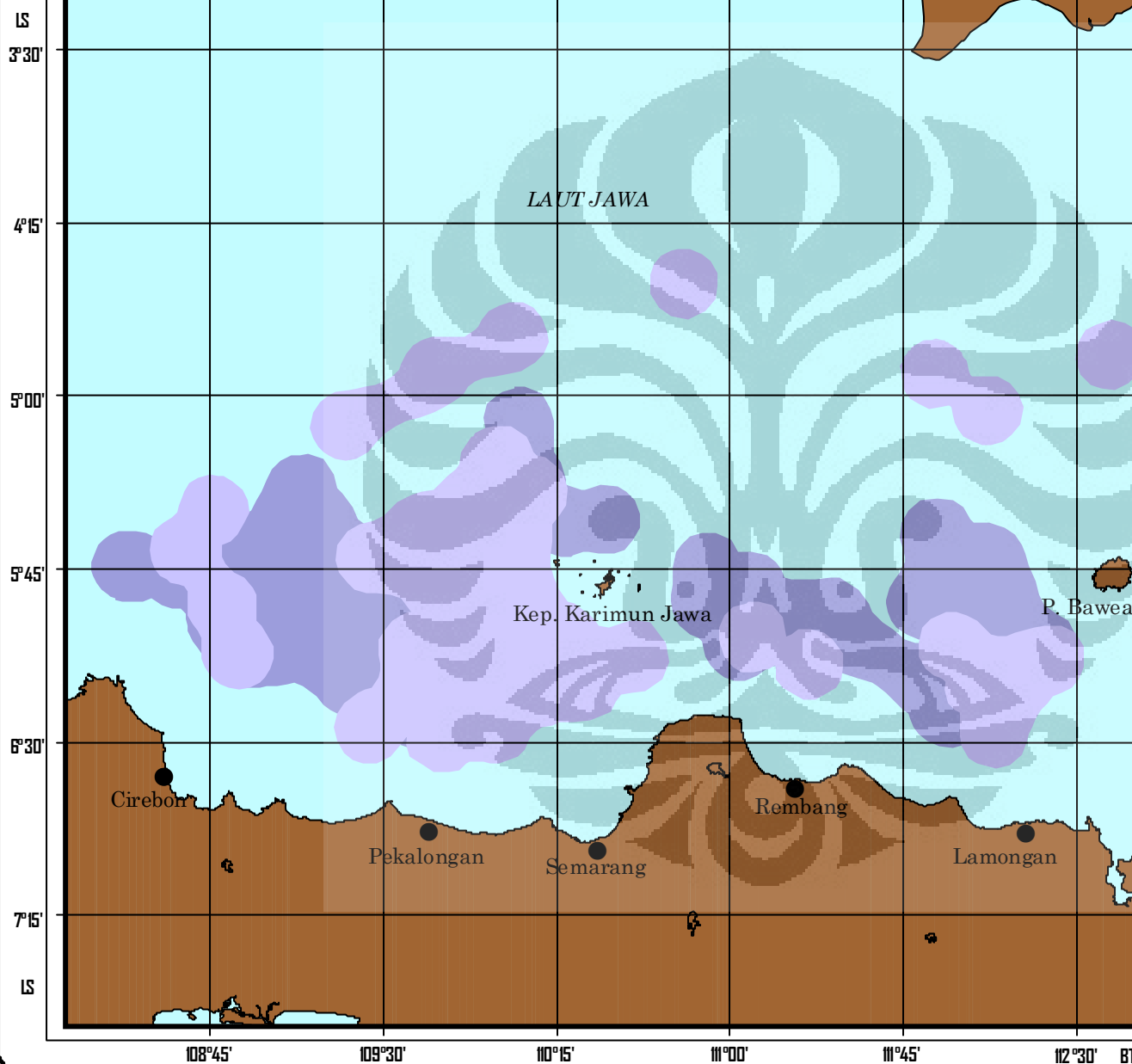
Wilayah Kesuburan Perairan

-  Tahun 2006
-  Tahun 2007
-  Laut
-  Darat

INSET



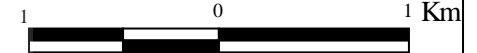
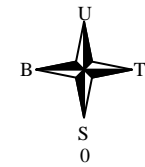
Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008



PETA 43

PERBEDAAN WILAYAH KESUBURAN

Perairan Laut Jawa
Akhir Bulan Agustus
2006 & 2007

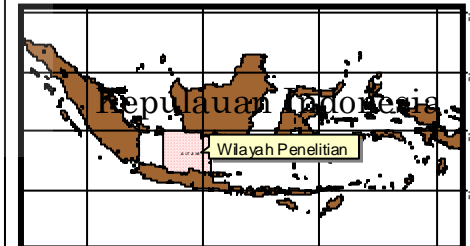


KETERANGAN

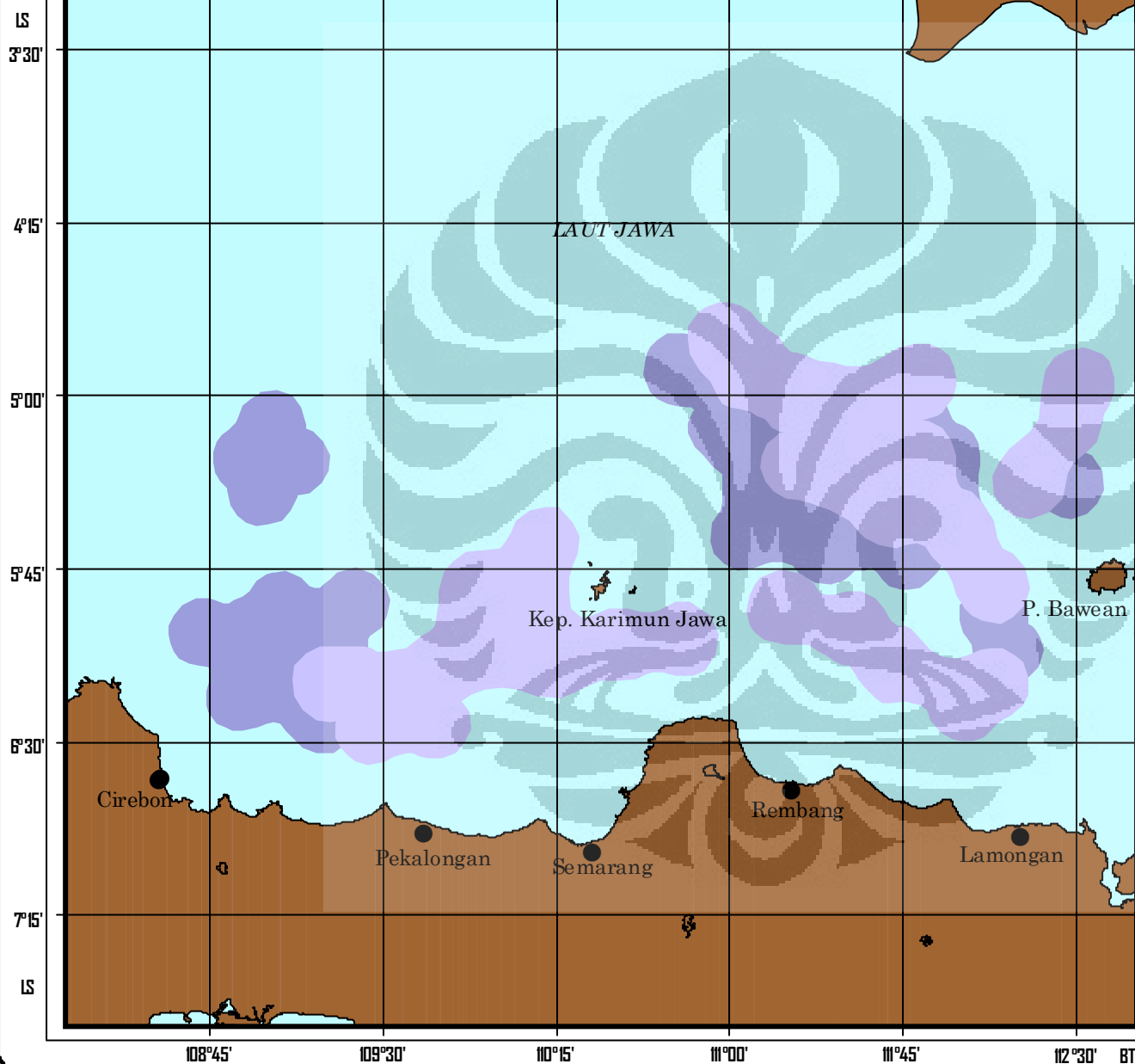
Wilayah Kesuburan Perairan

- Tahun 2006
- Tahun 2007
- Laut
- Darat

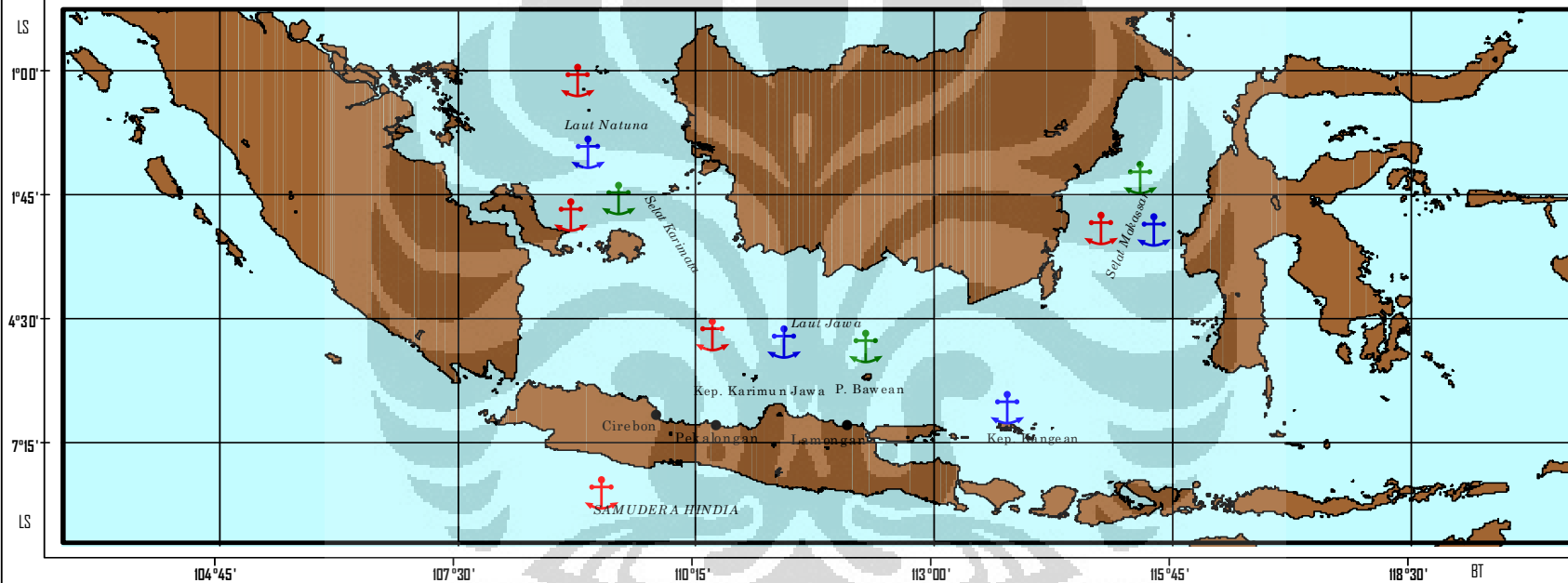
INSET








Sumber:
Pengolahan Data Citra Satelit NOAA - AVHRR
dan AQUA - MODIS, LAPAN, 2008

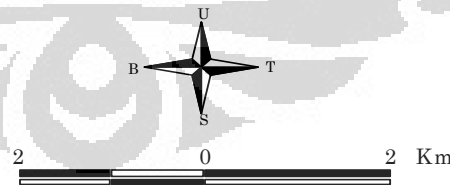


DAERAH PENANGKAPAN IKAN NELAYAN PANTAI UTARA JAWA

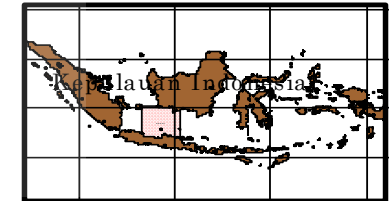


KETERANGAN

-  Daerah tangkapan nelayan PPN Kejawanan
-  Daerah Tangkapan Nelayan PPN Pekalongan
-  Daerah Tangkapan Nelayan PPN Brondong
-  Kepulauan Indonesia
-  Laut



INSET



Sumber: Departemen Kelautan dan Perikanan RI, 2008



Kumpulan Dokumentasi

Hasil Survey di PPN Pekalongan Jawa Tengah

Tanggal 7 April 2008



Foto 1: Kantor Dinas Pertanian, Peternakan dan Kelautan Kota Pekalongan



Foto 2: Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Kota Pekalongan



Foto 3: Suasana Pelelangan Ikan di TPI Pekalongan Senin, 7 April 2008



Foto 4: Kapal Purse seine



Foto 6: Ikan Layang Biru



Foto 5: Berbagai macam jenis ikan yang didaratkan di PPN Pekalongan