



Sirkulasi Atmosfer

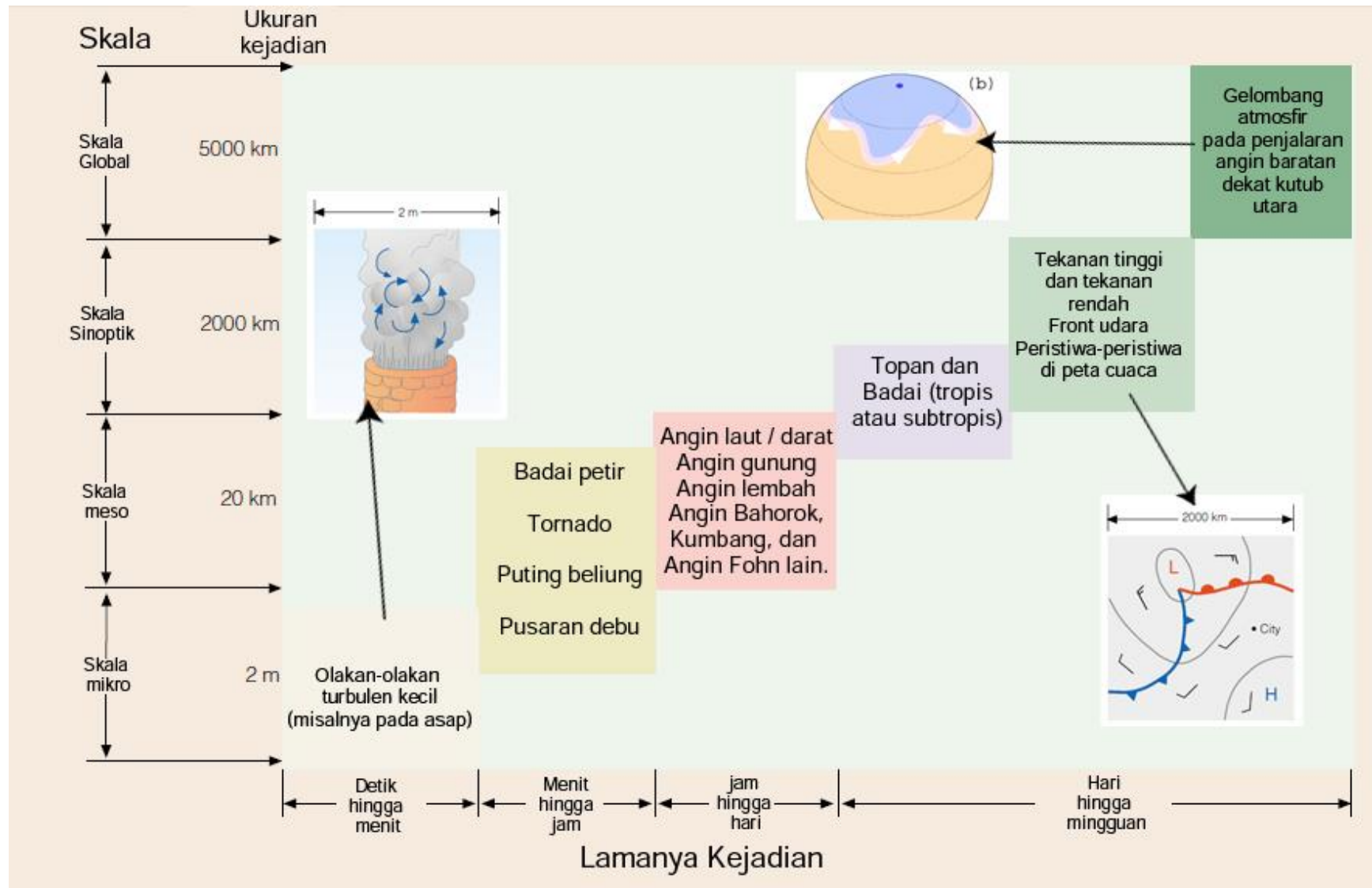
Meteorologi

Sirkulasi Atmosfer



- Skala Kejadian Atmosfer
- Olakan-olakan
- Sistem Angin Lokal
- Sistem Angin Global

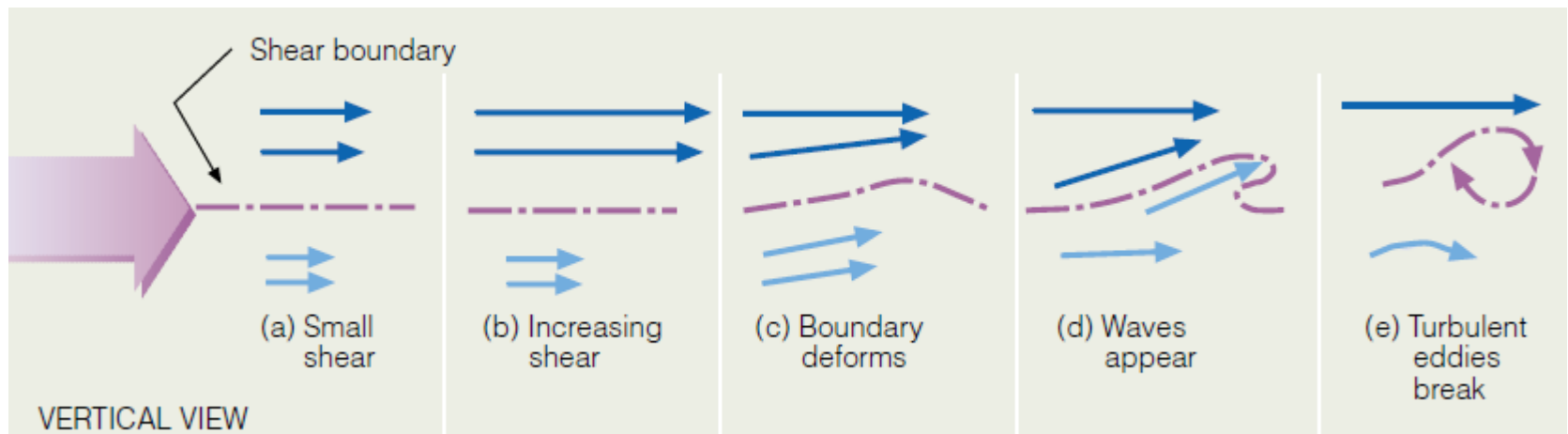
Skala Kejadian Atmosfer



Olakan-olakan



- ❑ Olakan terjadi ketika angin yang sedang bertiup menemui rintangan.
- ❑ Angin kencang yang bertiup melewati gunung membentuk olakan-olakan besar. Awan lentikular akan terbentuk pada rotor, wilayah udara berputar di bawah puncak olakan-olakan tersebut (bab 5).
- ❑ Perubahan arah atau kecepatan angin antara dua lapisan troposfir seringkali mengakibatkan terbentuknya olakan-olakan di batas pencampuran yang dikenal dengan turbulensi udara cerah.
- ❑ Turbulensi udara cerah dan rotor sangat berbahaya bagi penerbangan.



Sistem Angin Lokal



- Sirkulasi Termal
- Angin Darat dan Angin Laut
- Angin Musim
- Angin Gunung dan Angin Lembah
- Angin Lokal Lain

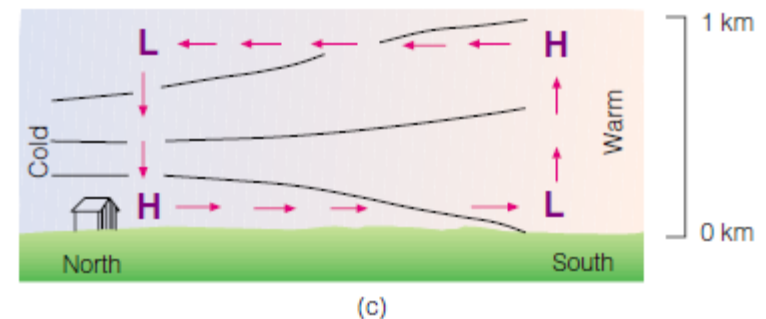
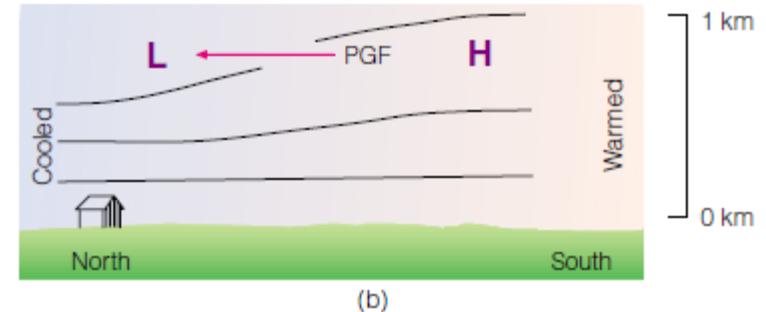
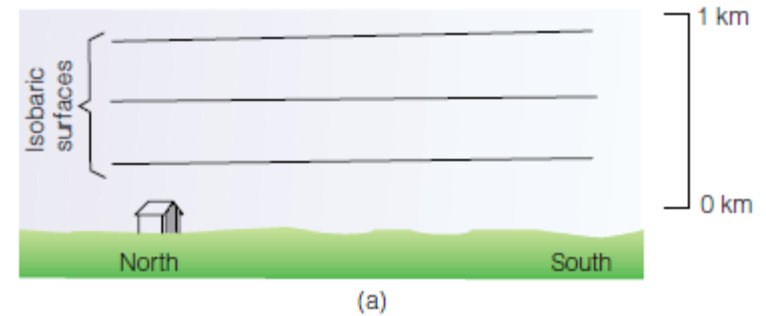


Sistem Angin Lokal



- **Sirkulasi Termal**

- ❑ Jika ada bagian bumi yang dipanaskan dan ada bagian lain yang didinginkan (karena penyerapan radiasi oleh partikulat misalnya) maka akan terbentuk gradien tekanan → mengakibatkan bertiupnya angin.
- ❑ Sirkulasi ini digerakkan oleh perubahan suhu udara sehingga disebut sirkulasi termal.
- ❑ Contoh sirkulasi termal yang sangat bagus adalah angin darat dan angin laut.
- ❑ Dalam skala besar, sirkulasi termal dapat ditemui dalam angin musim, yang digerakkan oleh pemanasan dan pendinginan daratan Asia.

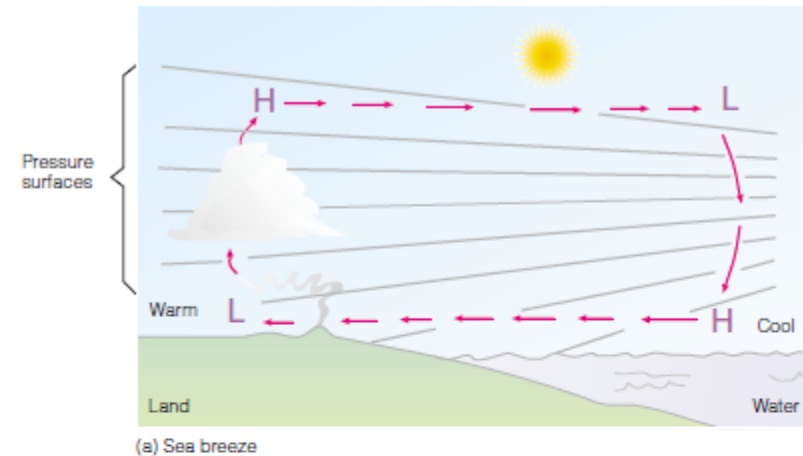


Sistem Angin Lokal

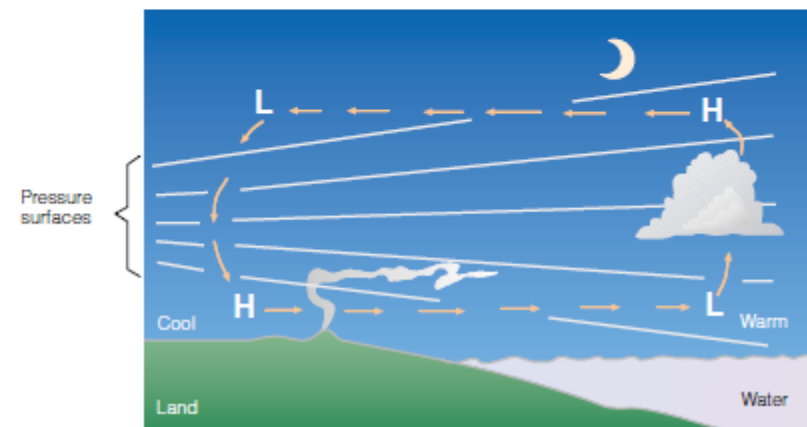


- Angin Darat dan Angin Laut

- ❑ Angin darat dan angin laut terjadi akibat perbedaan tingkat pemanasan laut dan darat. (kalor jenis batuan < kalor jenis air)
- ❑ Angin darat dan angin laut bermanfaat sebagai penentu waktu melaut dan berlabuh nelayan.
- ❑ Di Sumbar, angin laut berguna sebagai sarana olahraga *paragliding* karena beda suhu laut dan darat = besar.
- ❑ Badai petir di Jakarta setelah siang hari yang tenang kemungkinan besar diakibatkan angin laut yang lembab.
- ❑ Angin danau merupakan sejenis “angin laut” yang terjadi di danau-danau besar.



(a) Sea breeze



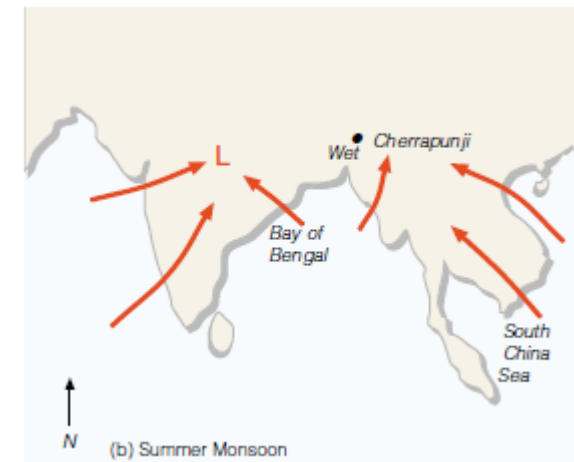
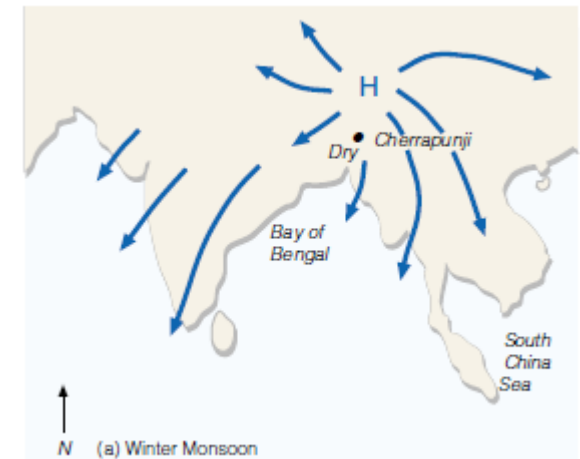
(b) Land breeze

Sistem Angin Lokal



- Angin Musim

- ❑ Terjadi dalam skala makro, diakibatkan oleh perbedaan suhu daratan Asia dan Lautan Hindia.
- ❑ Suhu Lautan Hindia relatif tetap sepanjang tahun, namun suhu daratan Asia dipengaruhi musim.
- ❑ Pada musim dingin (akhir – awal tahun) udara bertiup dari Asia ke Lautan Hindia, membuat seluruh India mengalami musim kering dan Indonesia Barat mengalami musim hujan. Hal sebaliknya terjadi pada pertengahan tahun.
- ❑ Kekuatan angin musim dalam membawa hujan sangat dipengaruhi El Nino – Southern Oscillation (ENSO), suatu anomali suhu air laut yang terjadi antara 2 – 7 tahun sekali. Sekali kejadian ENSO pengaruhnya terasa selama 1 tahun.



Sistem Angin Lokal



- Angin Gunung dan Angin Lembah

- ❑ Angin lembah terjadi pada siang hari. Hal ini karena ketika lembah dipanaskan, udara lembah akan naik; secara otomatis udara pada ketinggian h akan lebih tebal jika di atas lembah daripada di atas lereng gunung dengan ketinggian $\sim h$. Karena itulah udara dari ketinggian h tersebut akan bergerak dari lembah ke gunung.
- ❑ Angin gunung terjadi pada malam hari, karena udara yang terkumpul di atas gunung didinginkan lalu menjadi berat sehingga turun ke bawah.
- ❑ Hal ini mengakibatkan cuaca buruk seringkali terjadi di gunung pada waktu terpanas setiap hari.

Sistem Angin Lokal



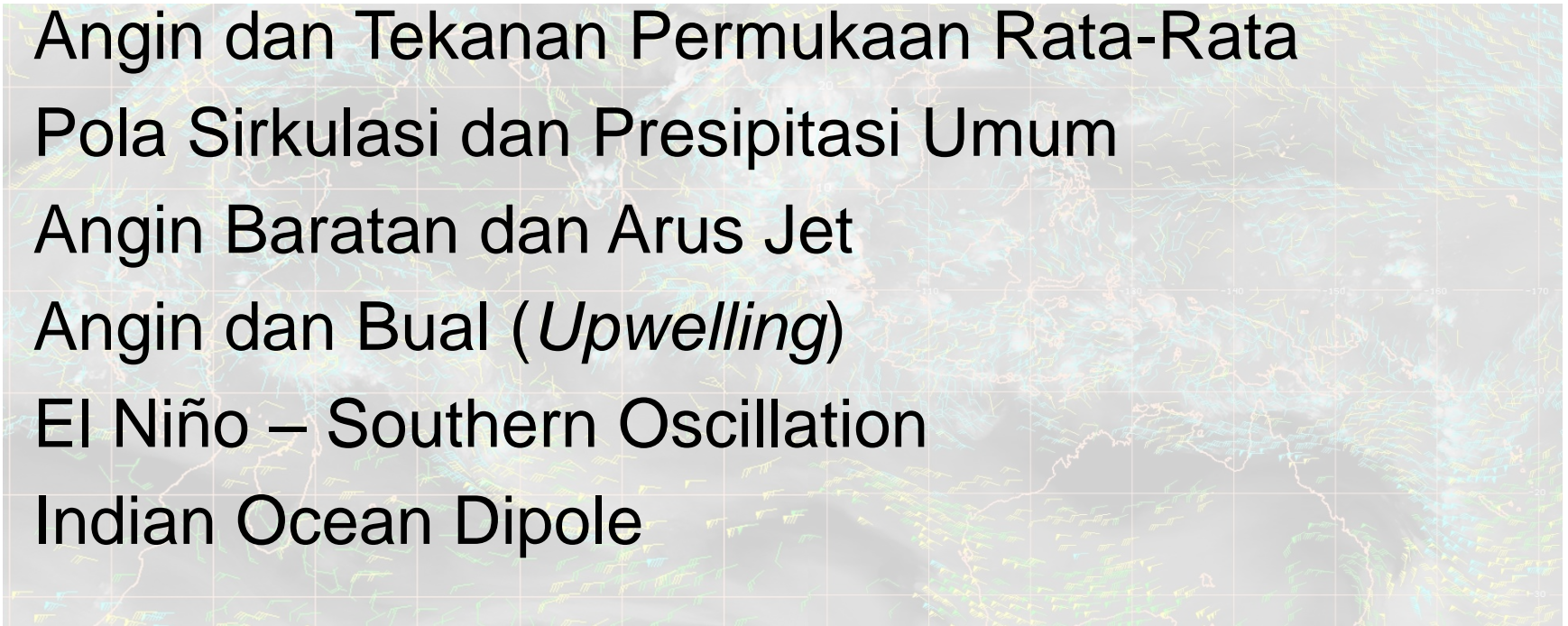
- Angin Lokal Lain

- ❑ Angin katabatik : suatu jenis angin lokal yang dingin dan bertiup kencang karena lanskap geografis mendukung = angin dingin bertiup melewati dataran tinggi **lalu bertiup melalui celah-celah dataran yang menurun curam.**
- ❑ Angin fohn : Angin gunung yang kering dan panas, sebagai akibat dari angin dingin yang bertiup melewati gunung (bukan hanya dataran) lalu mengalami pemanasan kompresional. Di Indonesia yang termasuk jenis angin fohn adalah angin Bahorok, Kumbang, Wambrau, dan lain-lain.
- ❑ Angin Santa Ana, jenis angin gunung yang keberadaannya diatur oleh sirkulasi tekanan tinggi di daratan.
- ❑ Angin gurun: perbatasan massa udara dingin yang turbulen dapat mengakibatkan tornado atau badai debu. Pada suatu hari yang panas, udara di atas gurun dapat menjadi tidak stabil secara absolut lalu kemudian naik. Jika ada angin yang masuk ke wilayah tidak stabil tersebut, ia bisa memutar udara naik lalu jadilah pusaran debu. **Pusaran debu ≠ tornado karena tornado dimulai dari awan, bukan dari tanah.**

Sistem Angin Global



- Model Sirkulasi Umum di Atmosfer
- Angin dan Tekanan Permukaan Rata-Rata
- Pola Sirkulasi dan Presipitasi Umum
- Angin Baratan dan Arus Jet
- Angin dan Bual (*Upwelling*)
- El Niño – Southern Oscillation
- Indian Ocean Dipole

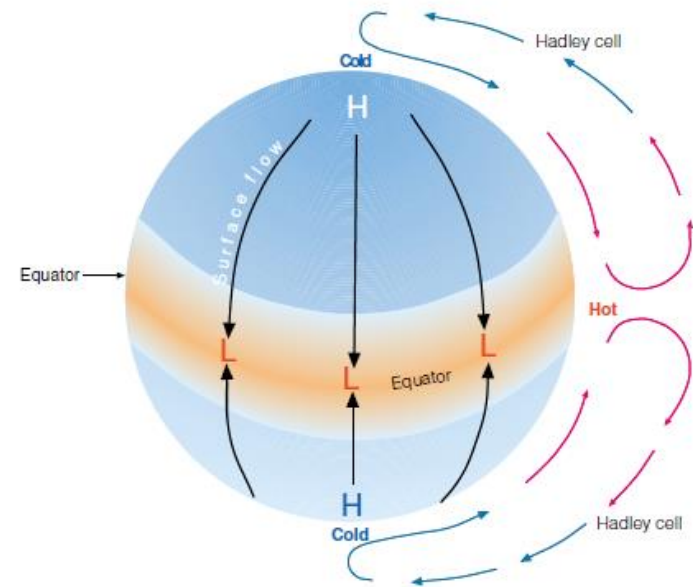


Sistem Angin Global



- Model Sirkulasi Umum di Atmosfer

- ❑ Sirkulasi di atmosfer terjadi karena perbedaan panas yang diterima atmosfer pada khatulistiwa dan kutub.
- ❑ Ada dua model yang biasa digunakan, yaitu model sel tunggal dan model tiga sel.
- ❑ Model sel tunggal mengasumsikan bumi sebagai bola air tak berotasi dengan letak semu matahari selalu berada di khatulistiwa.
- ❑ Sirkulasi udara yang terjadi pada model sel tunggal ini disebut sel Hadley.
- ❑ Model tiga sel merupakan pengembangan dari model sel tunggal, dengan memasukkan faktor rotasi bumi.

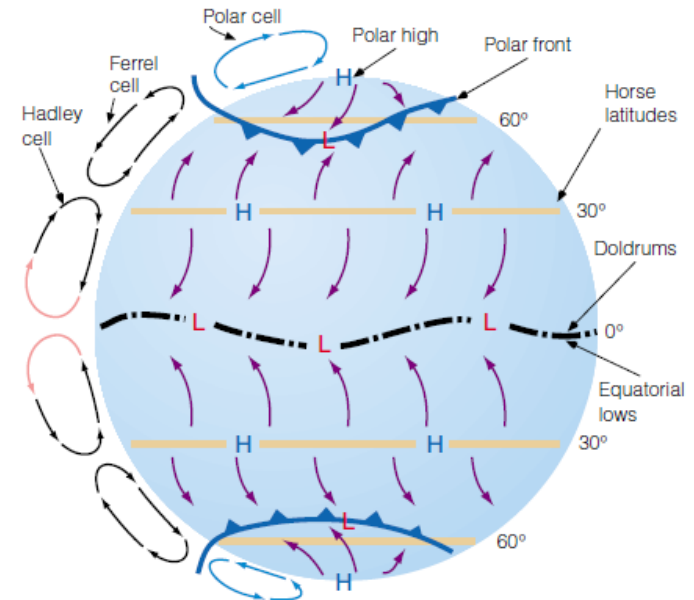


Sistem Angin Global



- Model Sirkulasi Umum di Atmosfer

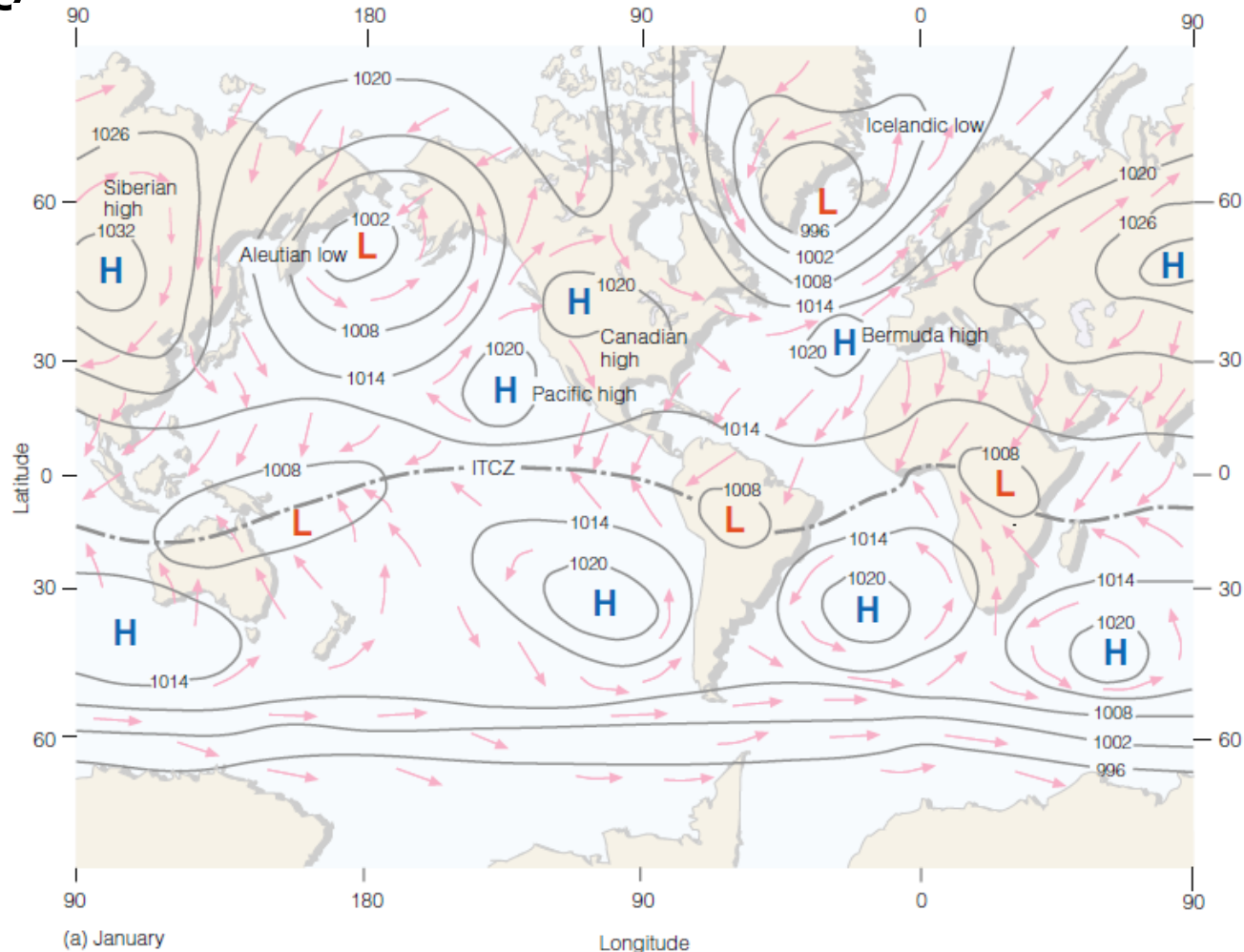
- ❑ Dalam model tiga sel, terdapat dua daerah tekanan tinggi dan dua daerah tekanan rendah.
- ❑ Tekanan tinggi subtropik terjadi ketika udara dari khatulistiwa yang dinaikkan mendingin dan turun bersama-sama dengan udara dari wilayah subpolar.
- ❑ Tekanan rendah subpolar terjadi karena front udara kutub bertemu dengan udara dari lintang kuda yang lebih hangat sehingga udara hangat tadi dipaksa naik.
- ❑ Di wilayah sekitar khatulistiwa terdapat ITCZ (Inter Tropical Convergence Zone) tempat bertemunya angin dagang tenggara dan timur laut.



Sistem Angin Global



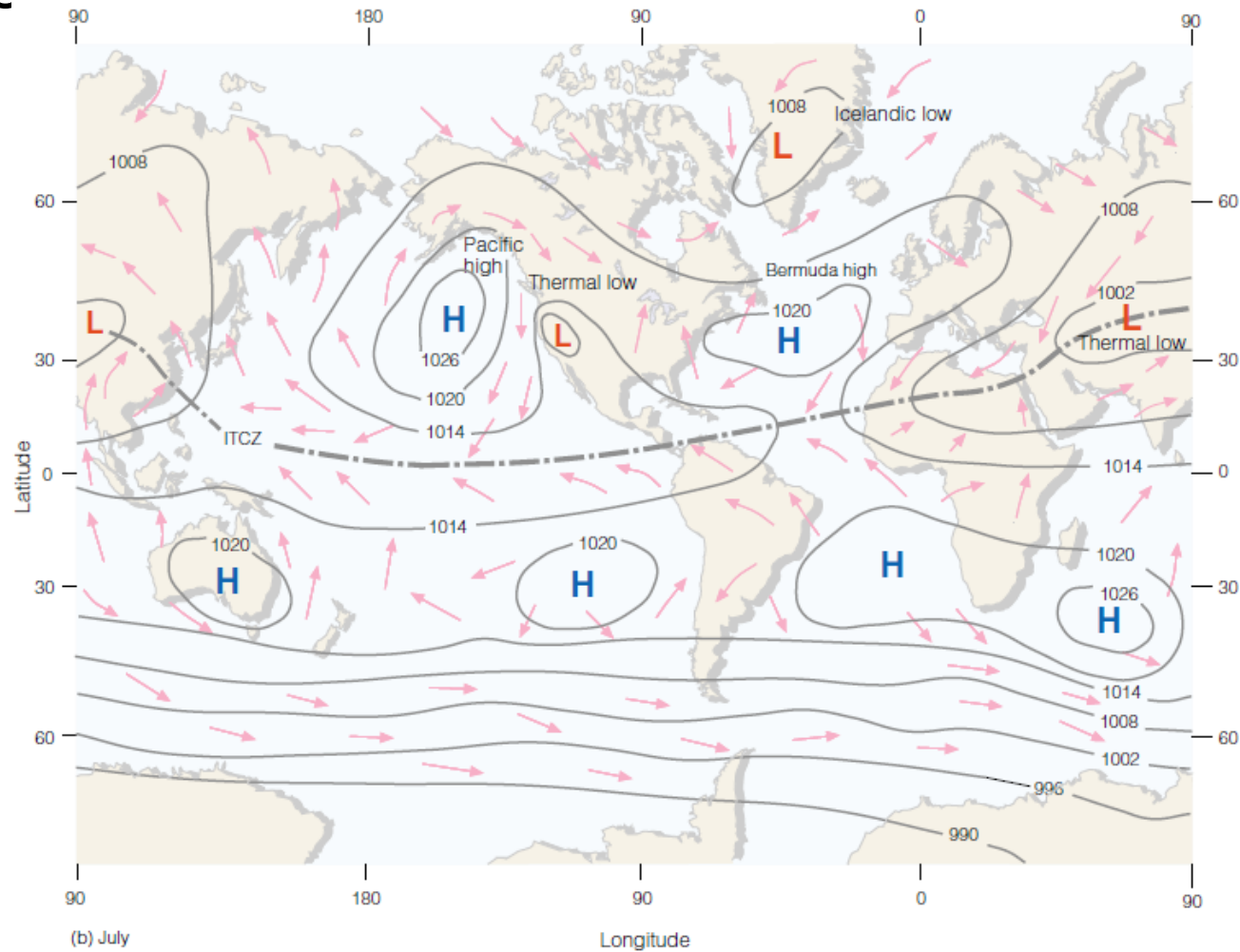
- Angin dan Tekanan Permukaan Rata-Rata



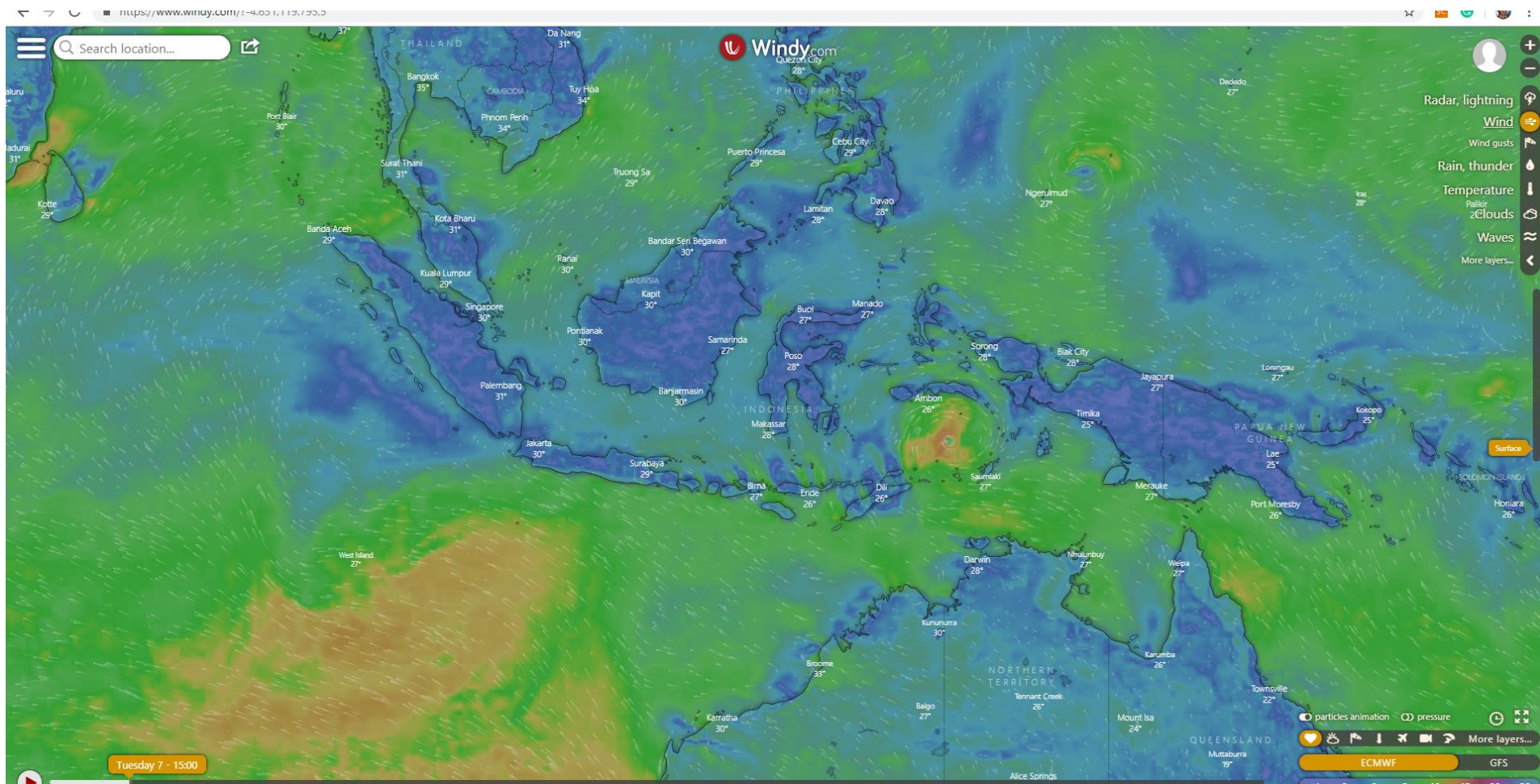
Sistem Angin Global



- Angin dan Tekanan Permukaan Rata-Rata



Sistem Angin Global

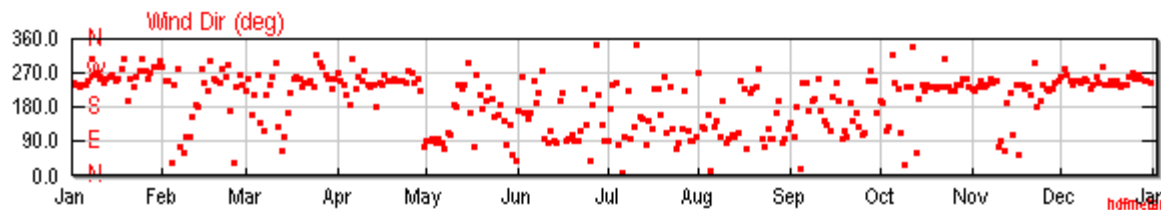
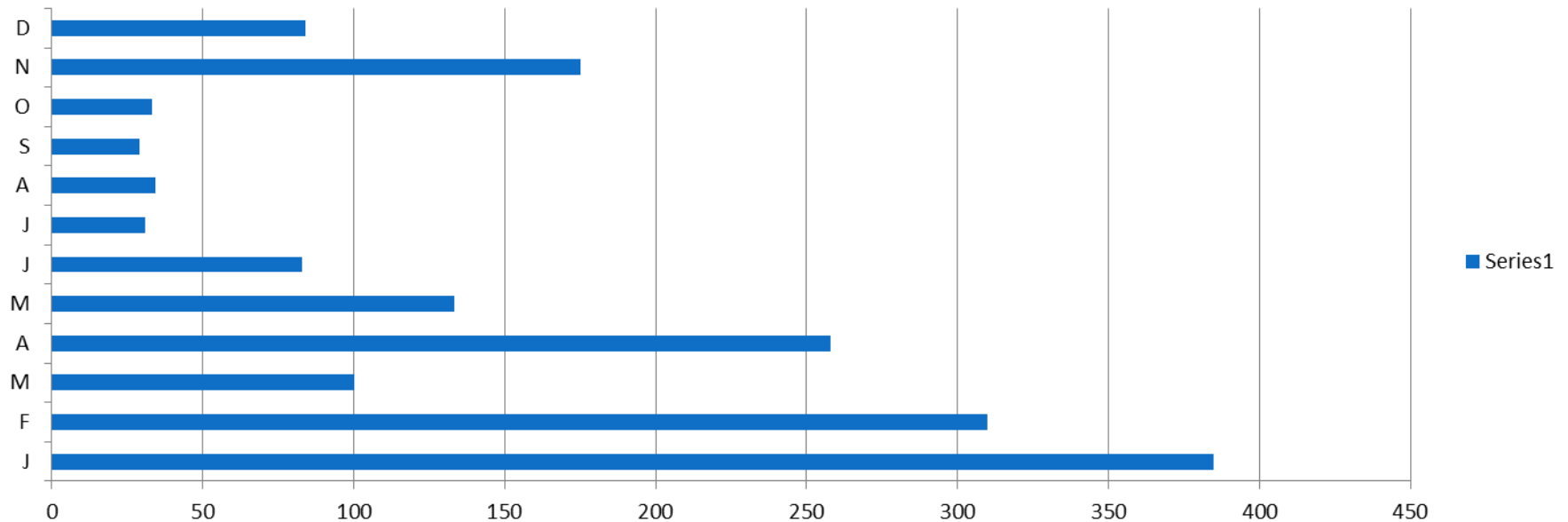


Sistem Angin Global



- Pola Sirkulasi dan Presipitasi Umum

Curah Hujan rata-rata Tahunan Jakarta

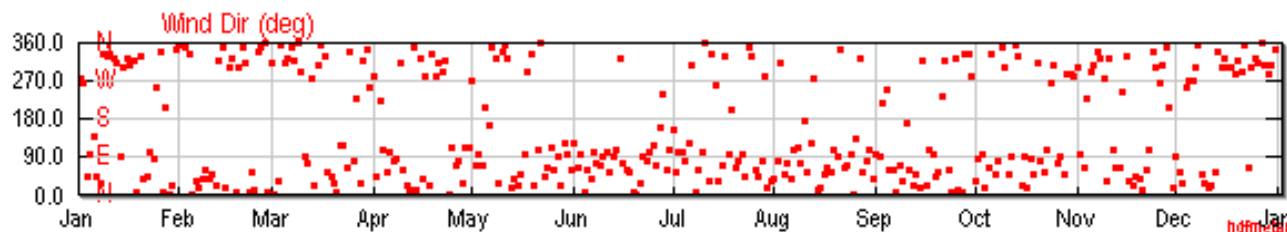
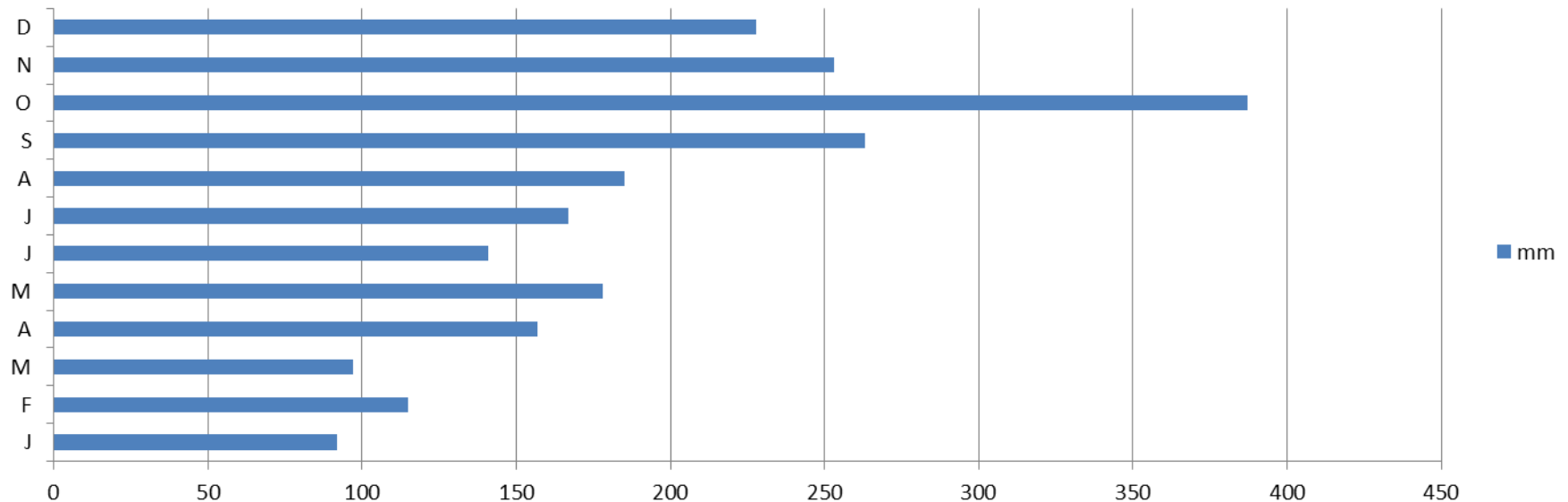


Sistem Angin Global



- Pola Sirkulasi dan Presipitasi Umum

Curah Hujan Rata-rata Tahunan di Medan

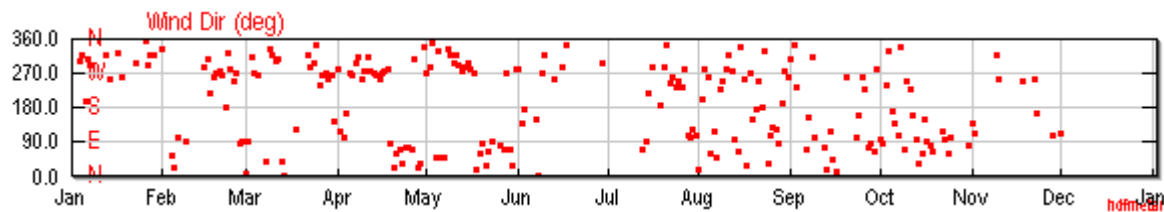
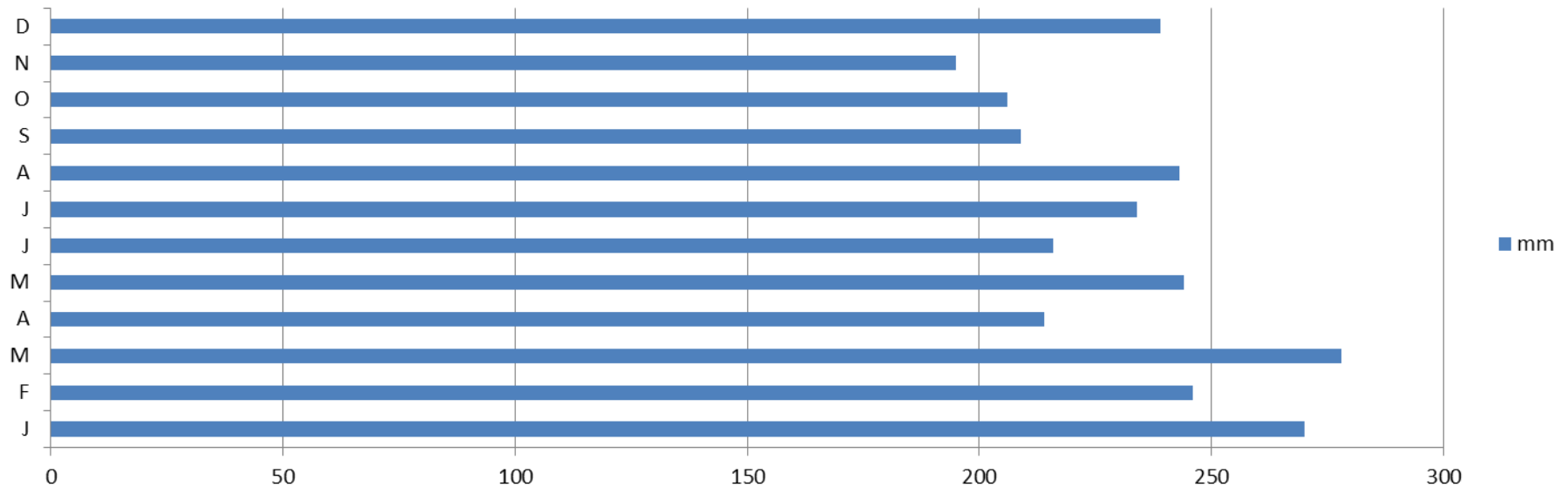


Sistem Angin Global



- Pola Sirkulasi dan Presipitasi Umum

Curah Hujan Rata-rata Tahunan di Biak



Sistem Angin Global



- **Pola Sirkulasi dan Presipitasi Umum**

- ❑ Di Indonesia, pola sirkulasi secara garis besar mengikuti pergerakan ITCZ dan kehidupan tekanan udara di Australia.
- ❑ Pada kota Jakarta, hujan kebanyakan turun pada awal tahun karena tekanan rendah di Australia saat itu sedang kuat-kuatnya menarik kelembaban dari samudera Hindia yang hangat (ditunjukkan oleh bertiupnya angin barat).
- ❑ Pada kota Medan, hujan turun kebanyakan menjelang akhir tahun, karena angin timur yang dibawa ITCZ ketika ia bergerak menuju selatan berpadu dengan suhu Selat Malaka yang hangat.
- ❑ Curah hujan di Biak, yang terletak dekat khatulistiwa relatif stabil sepanjang tahun, karena secara garis besar khatulistiwa merupakan tempat bertemu dan naiknya nya angin tenggara dan timur laut yang menjadi pemicu terbentuknya awan hujan secara teratur di sana. Angin barat di Biak padabulan Januari hingga Juni berhubungan dengan tekanan rendah di Australia.

Sistem Angin Global



- Arus Jet dan Angin Baratan

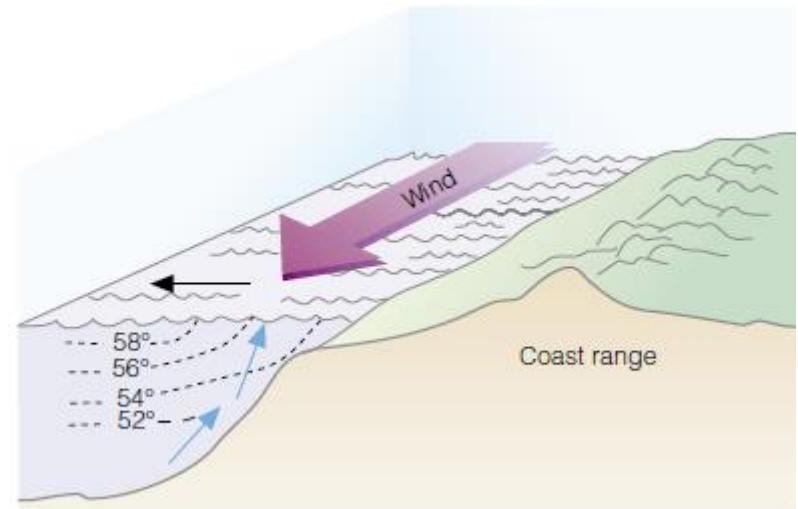
- ❑ Arus jet merupakan angin kencang yang bertiup di troposfir atas sebagai akibat bertemunya udara dari khatulistiwa yang panas dan udara kutub yang dingin.
- ❑ Arus jet terbentuk dari angin baratan yang bertiup dari kutub ke khatulistiwa.
- ❑ Arus jet ini bertiup dari barat ke timur pada ketinggian 7 – 16 km antara lintang 30° LU - 60° LU.
- ❑ Arus jet ini berpengaruh besar dalam peristiwa-peristiwa cuaca di lintang tengah: ia mampu menghentikan badai tropis dan mempercepat waktu tempuh pesawat.
- ❑ Arus jet cenderung bertiup dalam lintasan yang berkelok-kelok mengikuti sistem tekanan tinggi dan tekanan rendah.
- ❑ Arus jet yang terletak cukup dekat dengan kita, bertiup di Australia.

Sistem Angin Global



- Angin dan Bual (Upwelling)

- ❑ Bual merupakan peristiwa naiknya lapisan laut yang lebih dalam ketika lapisan laut terluar ditiup angin yang arahnya sejajar pantai.
- ❑ Ada beberapa tempat di Indonesia yang mengalami bual, salah satunya terletak di pantai selatan Jawa.
- ❑ Ketika bual terjadi, permukaan laut bersuhu lebih dingin. Jika pantai dikuasai udara lembab maka akan terbentuk kabut atau mendung rendah di sana (sebagaimana yang pernah terjadi di Jogja menjelang masuknya musim hujan 2011-2012).
- ❑ Bual ini sangat bermanfaat bagi kehidupan nelayan, karena membawa nutrisi dari dasar samudra ke atas sehingga populasi ikan bertambah.



Sistem Angin Global



- El Niño – Southern Oscillation (ENSO)

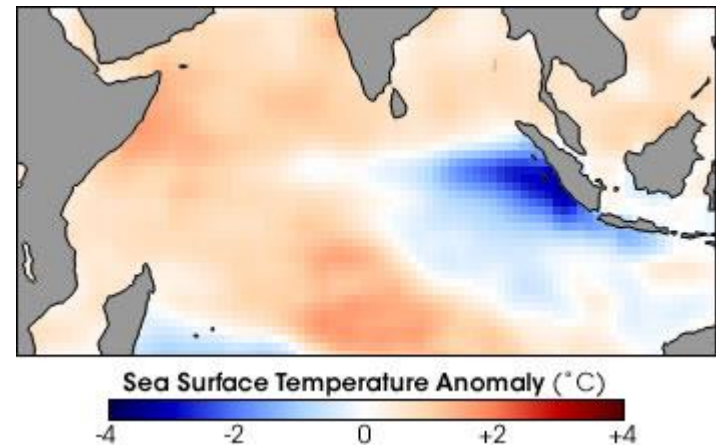
- ❑ Ketika tekanan udara di Pasifik Timur melemah, angin dagang melemah atau berganti arah (bertiup ke arah timur) sehingga bual di wilayah Peru melemah. Melemahnya bual ini membuat air laut hangat yang seharusnya tertiup ke Indonesia jadi tertumpuk di Peru.
- ❑ Akibat penumpukan air hangat di Peru, air laut di Indonesia menjadi lebih dingin dari biasanya. Hujan sulit turun di Indonesia sementara perekonomian Peru terpuruk karena banyak ikan yang mati kepanasan dan populasi burung penghasil pupuk guano menurun.
- ❑ Selama peristiwa El Niño ini, tekanan udara berangsur-angsur meninggi di Pasifik Timur dan menurun di Pasifik Barat, hal ini dinamai *southern oscillation*. *Southern oscillation* mengembalikan keadaan seperti semula dalam waktu 1 – 2 tahun.
- ❑ Namun jika proses *southern oscillation* tadi terjadi berlebihan, maka yang terjadi adalah La Niña → hujan di atas normal terjadi di Indonesia dan Australia.

Sistem Angin Global



- Indian Ocean Dipole

- ❑ Selain El Niño – *southern oscillation* dan La Niña, anomali cuaca lain yang bisa mempengaruhi Indonesia (terutama bagian barat) adalah Indian Ocean Dipole (IOD).
- ❑ Peristiwa IOD positif berkaitan dengan menguatnya angin timur secara abnormal di Sumatra, sehingga terjadi bual di pantai barat Sumatra dan penumpukan air hangat di Tanduk Afrika. Bual ini membuat suhu air laut di pantai barat Sumatra turun drastis sehingga Indonesia Barat mengalami kekeringan.
- ❑ Peristiwa IOD positif dapat terjadi bersama El Niño seperti tahun 1997. Akibatnya terjadi kebakaran hutan yang parah dan kekeringan di hampir seluruh wilayah Indonesia.

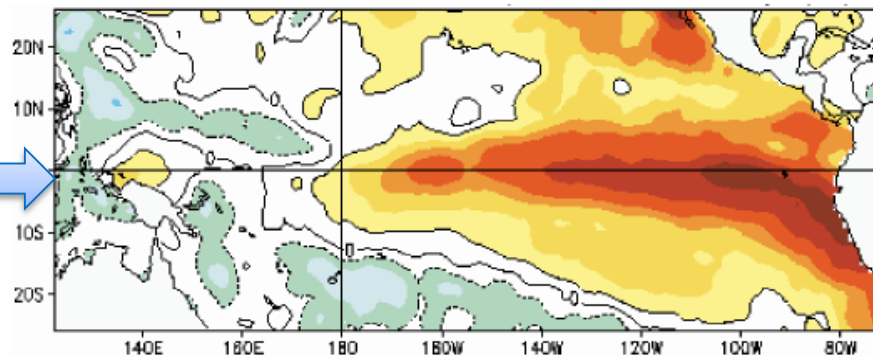
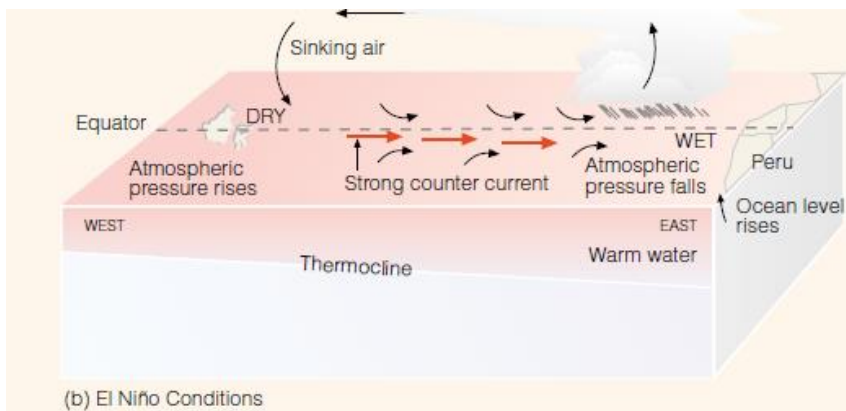
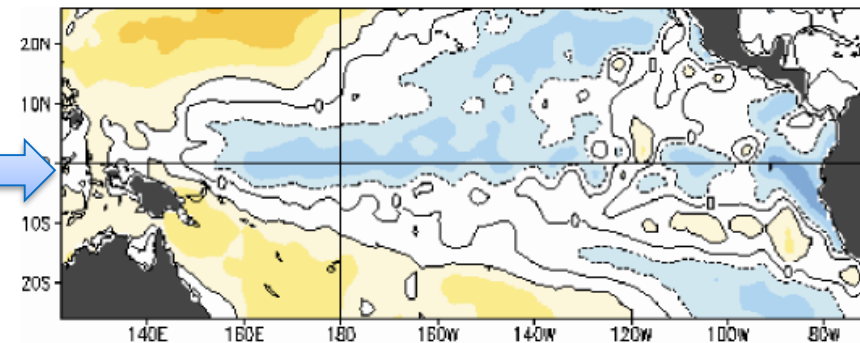
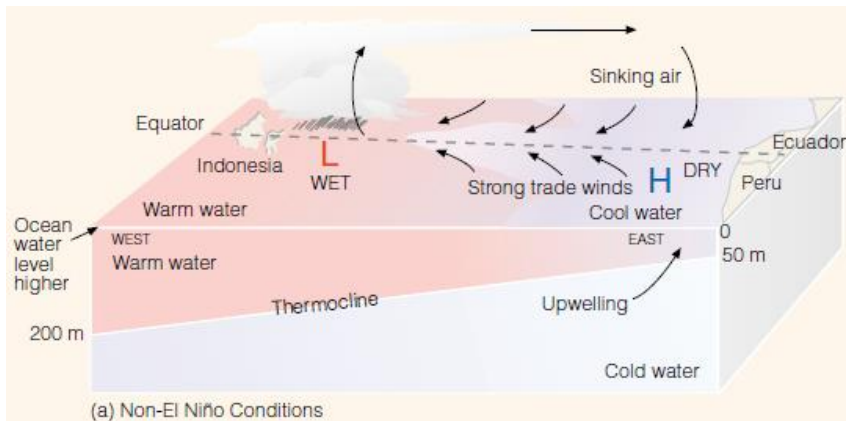


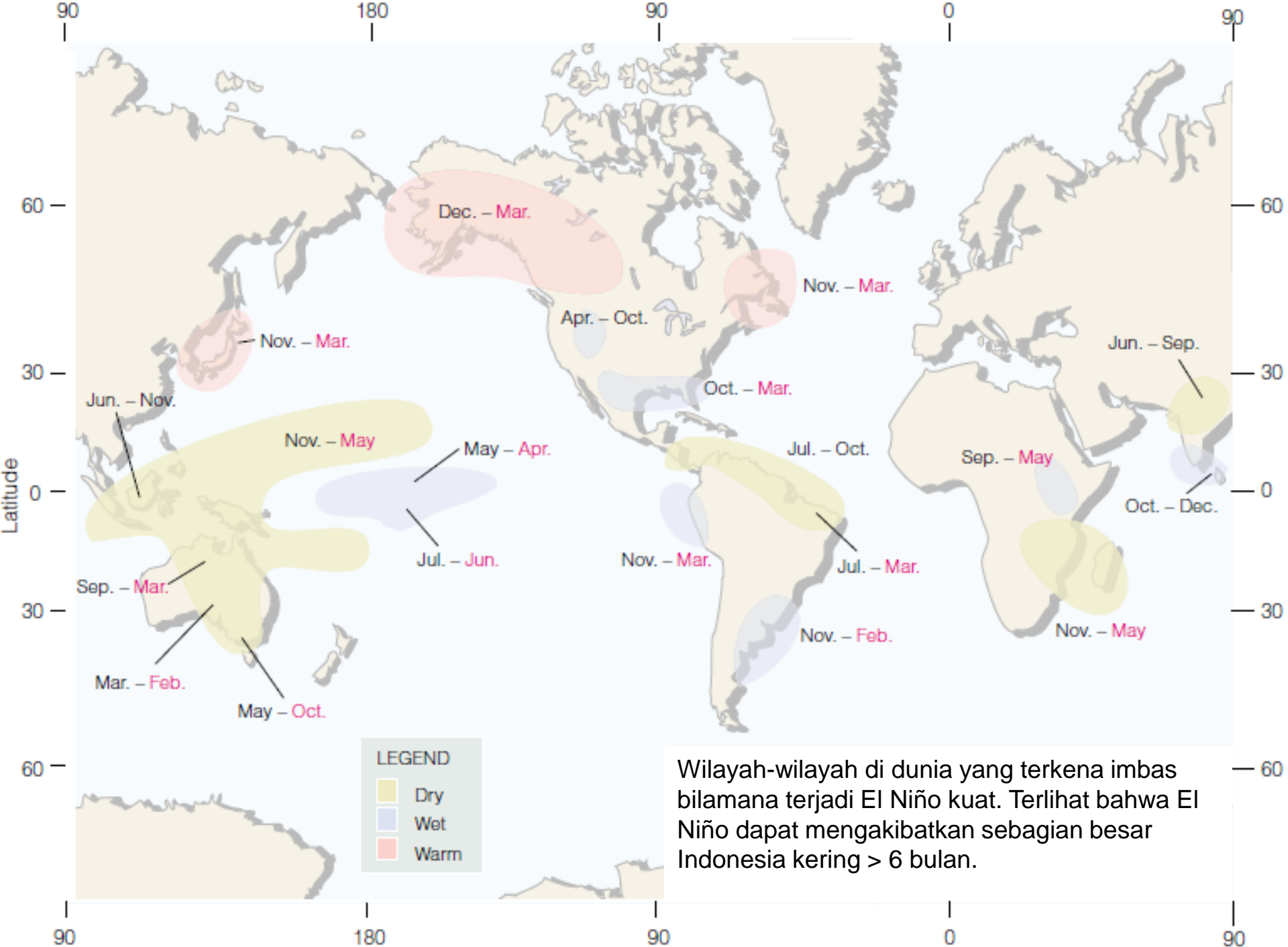
Sistem Angin Global



- El Niño – Southern Oscillation (ENSO)

- ☐ Mekanisme kejadian El Niño





Wilayah-wilayah di dunia yang terkena imbas bilamana terjadi El Niño kuat. Terlihat bahwa El Niño dapat mengakibatkan sebagian besar Indonesia kering > 6 bulan.