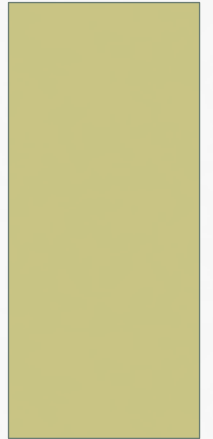


Pencemaran panas

(thermal pollution)



PENCEMARAN PANAS

- Pencemaran limbah air panas (*Thermal Waste Pollution*) adalah masukan air dalam jumlah besar yang mengalami pemanasan dari satu atau sejumlah industri yang menggunakan sumber yang sama. Hal tersebut menyebabkan suhu airnya melebihi kondisi normalnya.
- Industri air pendingin menjadi sumber awal panas dimana 28 pembangkit tenaga listrik menggunakan 80% air pendingin.
- Air pendingin digunakan agar mesin tidak mengalami overheat. Fungsinya sebagai penjaga temperatur atau suhu mesin agar tetap optimal.

LATAR BELAKANG

- PLTU mempunyai kontribusi besar dalam penggunaan air pendingin. Pembangkit listrik yang menggunakan sistem siklus uap memerlukan sejumlah besar air untuk pendingin yang dialirkan melalui kondensor. Saat uap diubah menjadi air di dalam kondensor, timbul panas yang harus dibuang.
- Cara pembuangan yang paling ekonomis dan praktis adalah memindahkan panas ke air.
- Cara yang termudah adalah dengan sistem "*once through cooling*", yakni dengan menghisap air pendingin dari sungai, danau, atau laut, dilewatkan melalui kondensor dan dibuang kembali ke sumbernya dengan suhu 5-10°C lebih panas dari suhu air sumber.

LATAR BELAKANG(SAMBUNGAN)

- Sekitar 20 juta meter kubik air pendingin dengan suhu 12°C di atas suhu normal air laut, dibuang oleh pembangkit listrik tenaga minyak atau batu bara dengan tenaga 1000 MW
- Pengoperasian suatu instalasi pembangkit listrik tenaga termal, baik yang berbahan bakar batubara, minyak bumi maupun energi nuklir, umumnya menggunakan air laut sebagai pendingin.
- Air pendingin yang masuk kembali ke laut memiliki suhu di atas suhu normal air laut

LATAR BELAKANG(SAMBUNGAN)

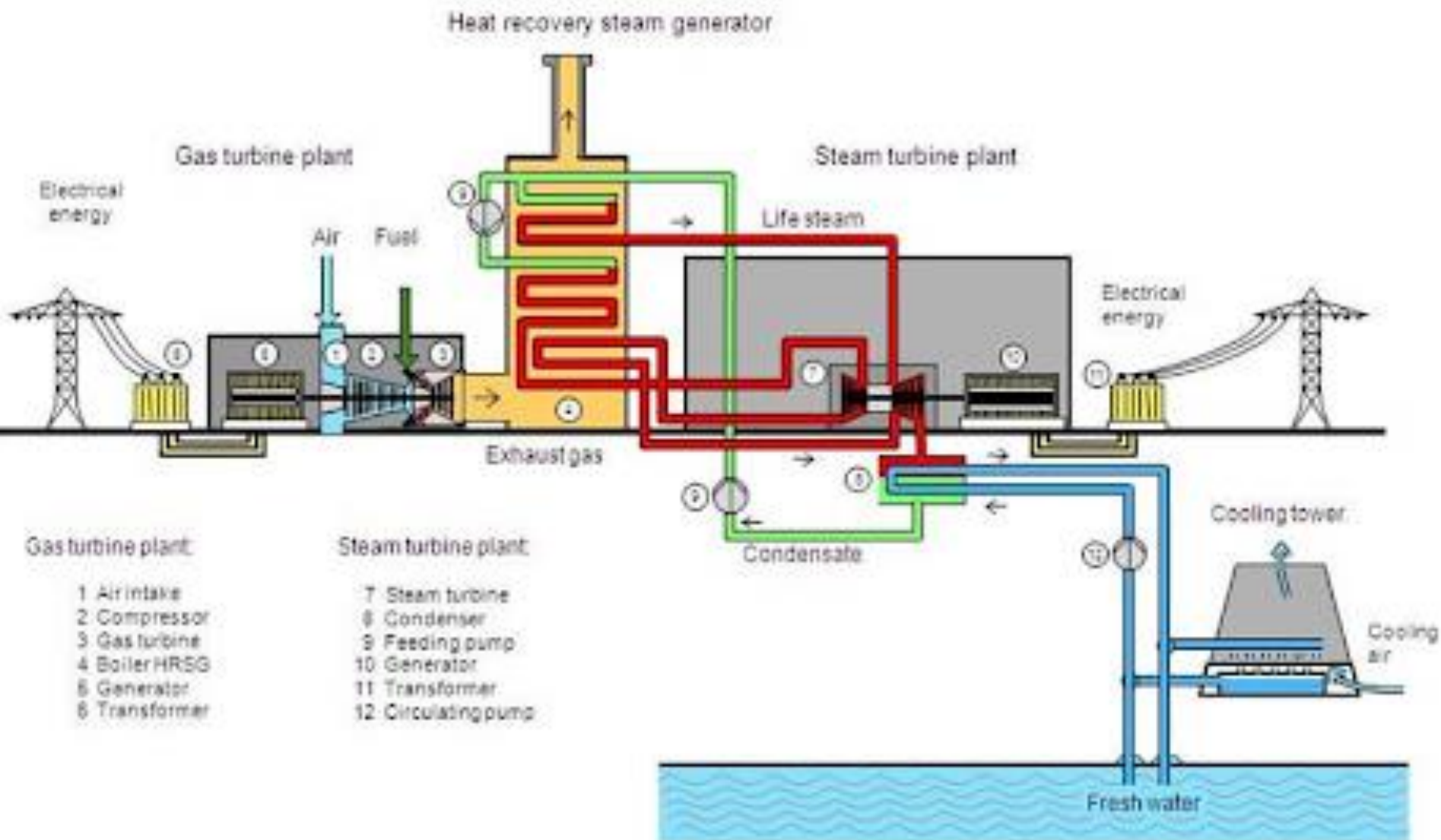
- Air panas akan menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan yang bisa mengubah ekosistem perairan
- Limbah air panas dari instalasi pembangkit listrik biasanya dibuang secara langsung ke sungai/laut sehingga meningkatkan suhu air dan menimbulkan pencemaran termal.
- Kenaikan suhu 10 derajat dapat mempercepat aktivitas metabolisme biota air menjadi dua kali dari biasanya.
- Adanya standar (World Bank) yang diadopsi oleh pemerintah Indonesia bahwa pertambahan suhu di titik discharge $< 3^{\circ}\text{C}$

LATAR BELAKANG(SAMBUNGAN)

- Pengaruh pencemaran panas ini terjadi karena pada umumnya limbah panas dibuang ke perairan pantai (shoreline dari sungai danau) yang merupakan habitat (nursery, feeding, dan spawning area) bagi berbagai biota akuatik.
- Masalah pencemaran panas ini menjadi lebih fatal bila terjadi di daerah tropis. Hal ini disebabkan toleransi terhadap suhu kebanyakan organisme tropis sudah mendekati batas maksimal toleransi suhu lingkungan

SUMBER PENCEMARAN PANAS

- Buangan air pendingin (cooling water)
 - Pembangkit listrik
 - Buangan air terproduksi (produce water) – penambangan minyak
- Peningkatan temperatur bisa mencapai 15 °C di atas normal



Heat exchanger at plant site,
heating of cooling water.

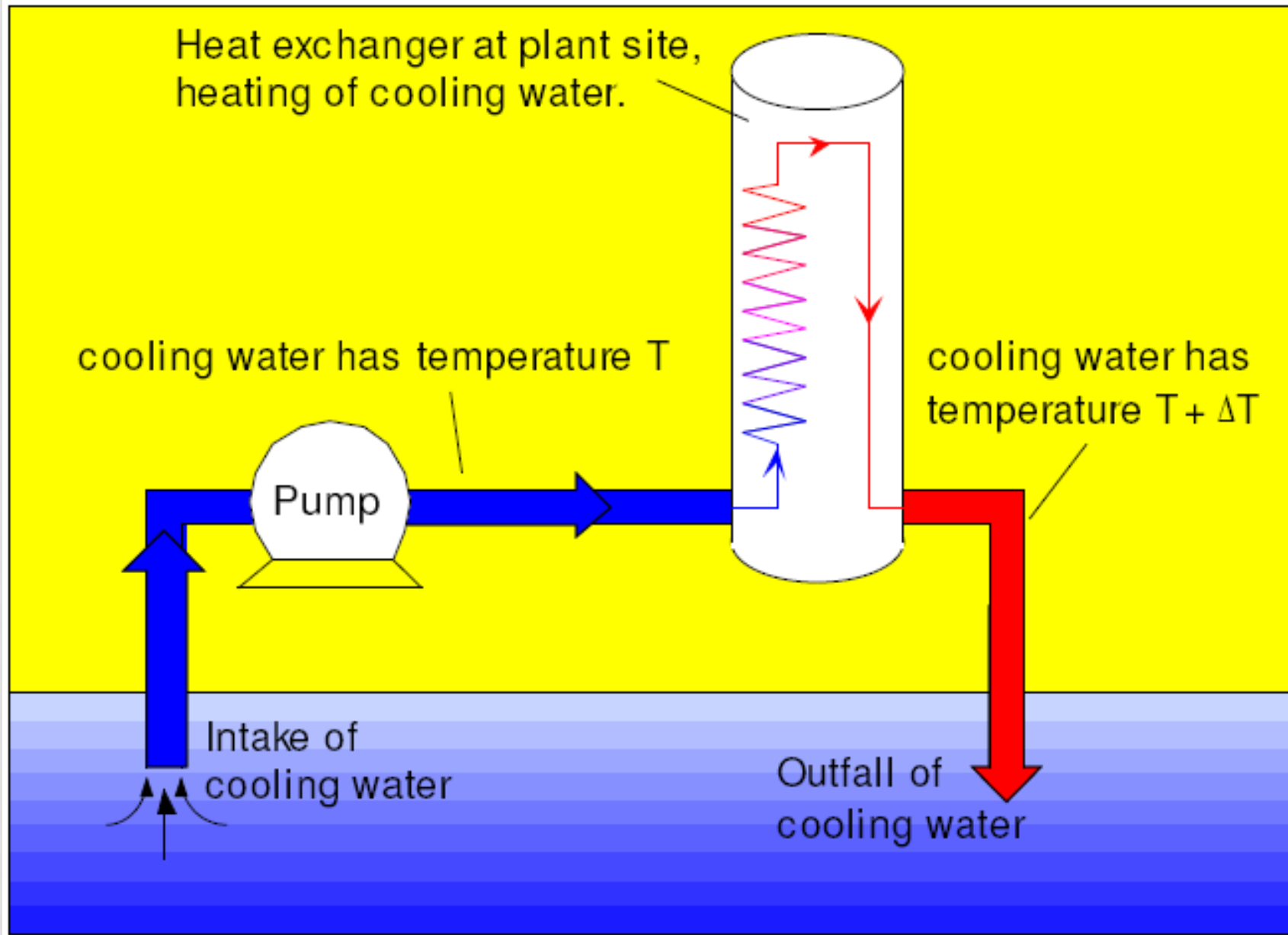
cooling water has temperature T

Pump

cooling water has
temperature $T + \Delta T$

Intake of
cooling water

Outfall of
cooling water

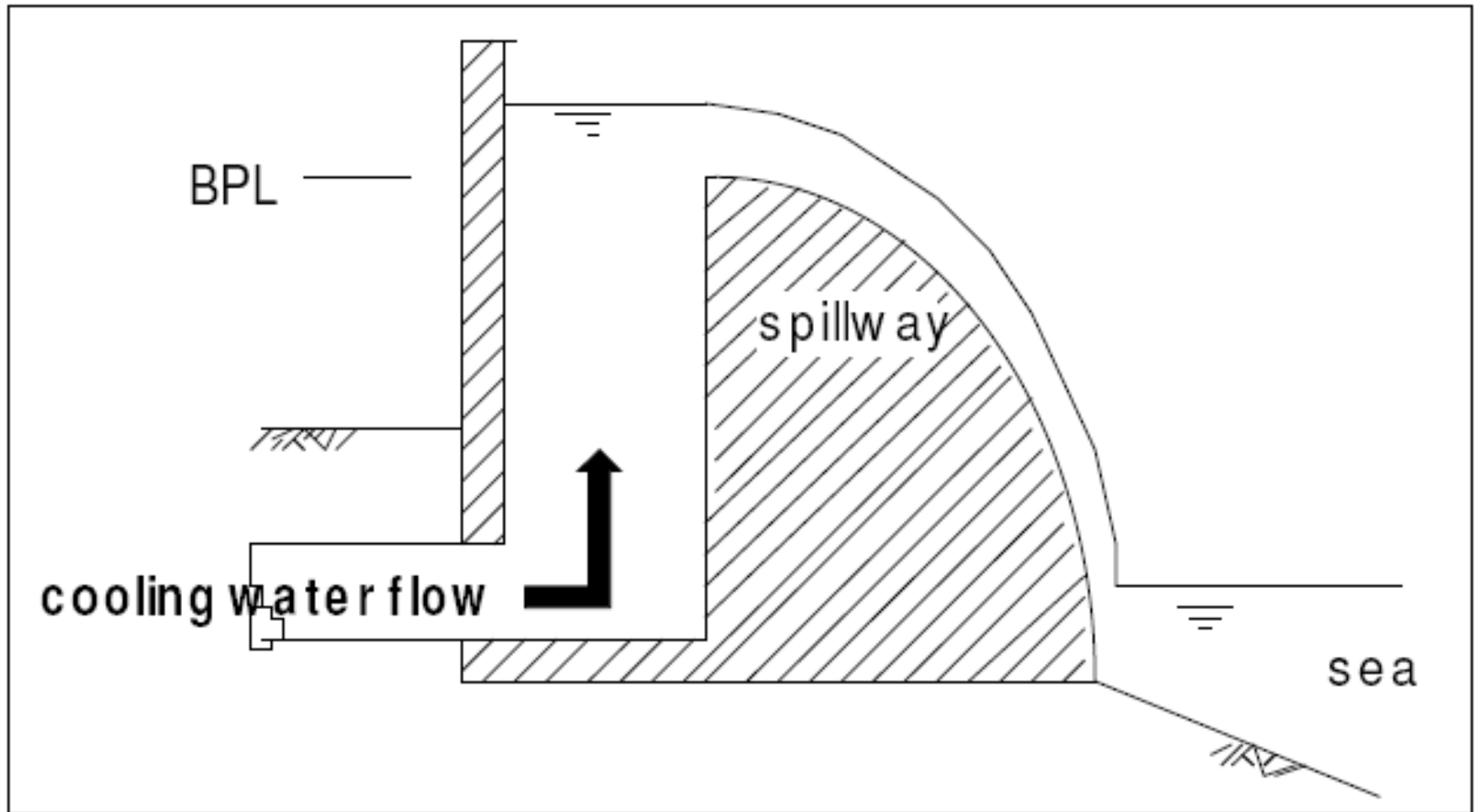


PEMAKAIAN AIR PENDINGIN

- Uap(steam) dipakai untuk menggerakkan turbin yang menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik.
- Setelah dari turbin uap pindah ke kondensor yang berfungsi sebagai “ *heat exchanger* “ dari uap panas ke air dingin.
- Air pendingin dalam jumlah yang besar menyerap panas dari uap melalui kondensor
- Makin dingin suhu awal air pendingin semakin tinggi efisiensi pembangkit

COOLING WATER OUTFLOW

LANGSUNG DIPERMUKAAN LAUT





WORLD BANK :GUIDELINE FOR NEW PLANT

Table 1. Effluents from Thermal Power Plants

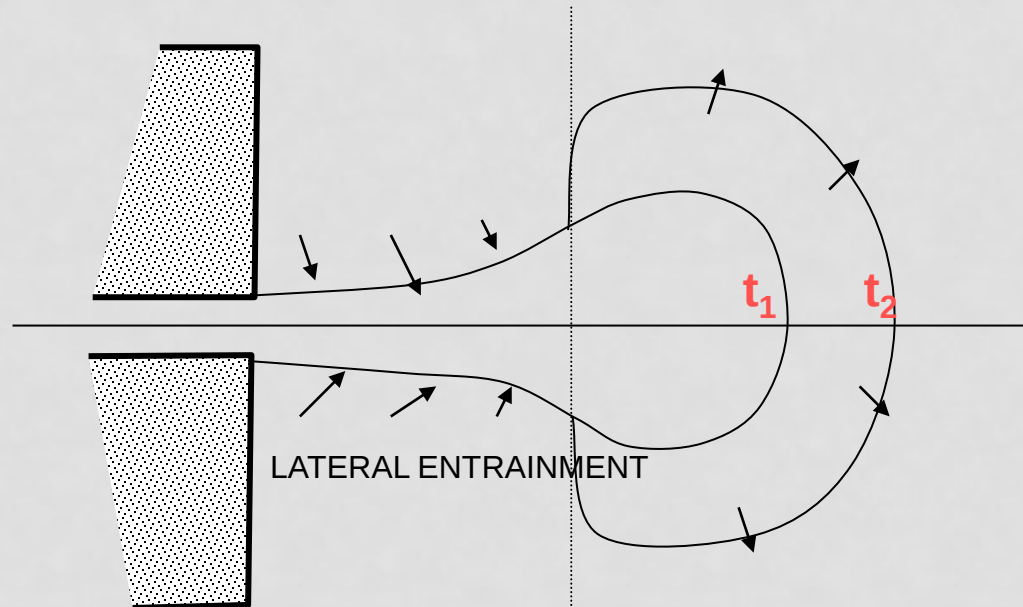
(milligrams per liter, except for pH and temperature)

<i>Parameter</i>	<i>Maximum value</i>
pH	6–9
TSS	50
Oil and grease	10
Total residual chlorine ^a	0.2
Chromium (total)	0.5
Copper	0.5
Iron	1.0
Zinc	1.0
Temperature increase	$\leq 3^{\circ}\text{C}^{\text{b}}$

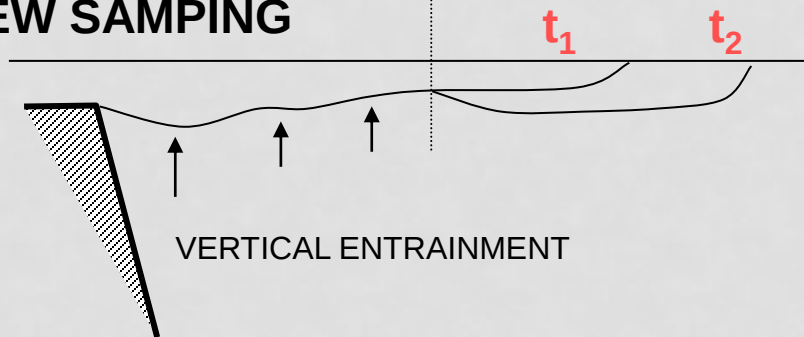
THERMAL MIX ZONE

TANPA ARUS
DAN GELOMBANG

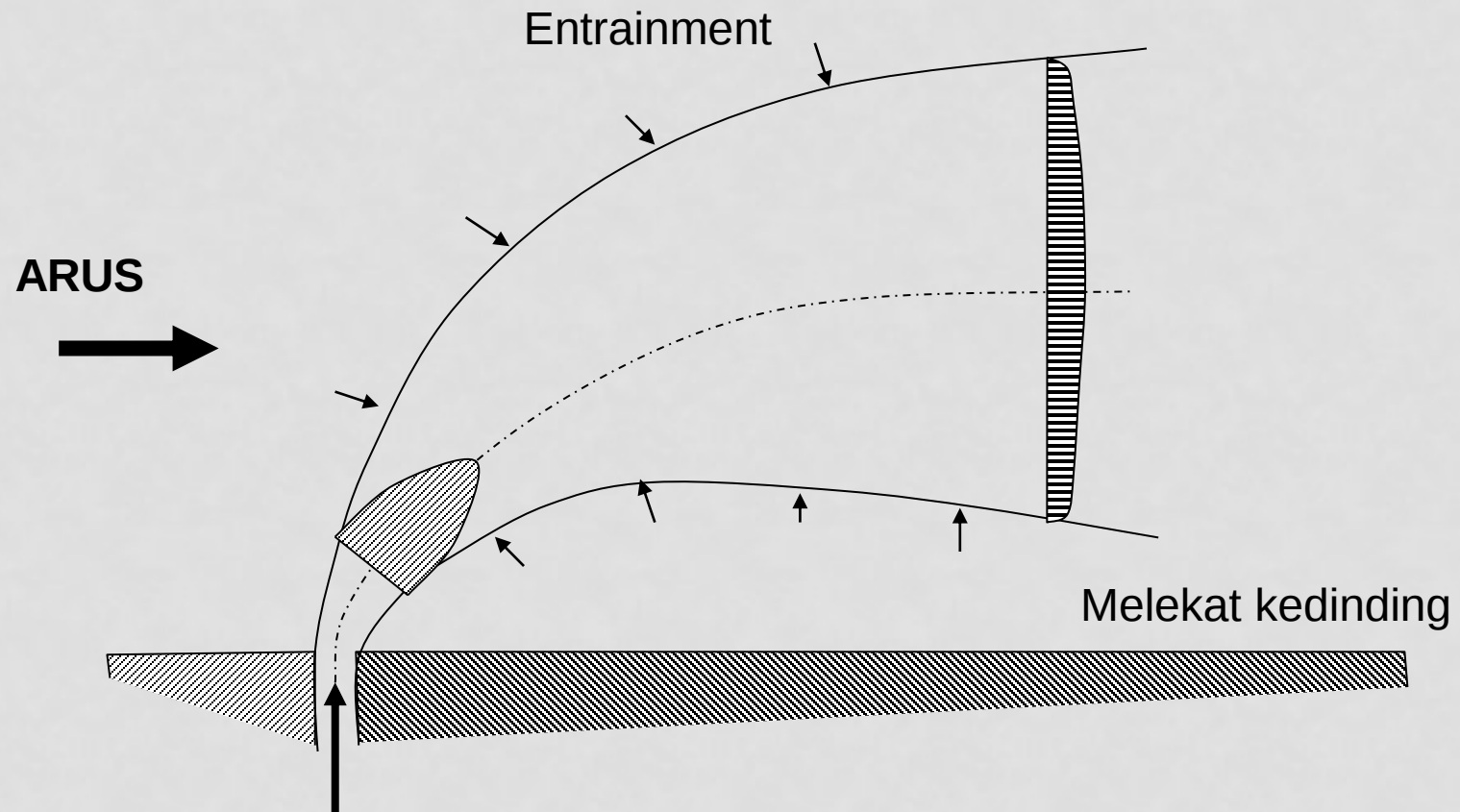
PLAN VIEW



VIEW SAMPLING



THERMAL MIX ZONE (SAMBUNGAN)



FAKTOR YANG MEMPENGARUHI THERMAL MIX ZONE

- Sungai dipengaruhi debit aliran
- Laut dipengaruhi oleh pasang surut, gelombang (ombak), arus (density), dan angin
- Estuari dipengaruhi juga oleh upland flow berupa air tawar
- Danau dipengaruhi oleh angin, kedalaman dan volume air
- Luas pengaruh limbah panas tergantung pada beberapa faktor yaitu volume air limbah, suhu air limbah, suhu air tempat pembuangan limbah, dan arus atau sirkulasi massa air tempat pembuangan limbah panas.

DAMPAK TERHADAP LINGKUNGAN



Menurunkan
densitas air

Menurunkan
kandungan
 O_2 (tingkat
saturasi)

Peningkatan
klorin

PENGARUH FISIK

- Mengurangnya daya larut zat asam dalam air akibat kenaikan suhu mengakibatkan batalkan menurunnya daya asimilasi air terhadap kotoran-kotoran organik yang memerlukan zat asam untuk pemecahannya. Akibatnya proses pembusukkan makin lambat, bertumpuknya sampah tidak sempat dicerna lagi dan kualitas air menjadi menurun baik dipandang dari segi ekosistem secara keseluruhan maupun dari segi kegunaan bagi manusia.

PENGARUH FISIK

- Air panas yang disebar kelingkungan pantai terutama dekat muara dapat merupakan "pintu penghalang bagi masuknya ikan-ikan yang biasa bermigrasi dari atau ke sungai (untuk memijah) karena mereka tidak berani menemah hamparan perairan yang panas itu. Sebagai akibatnya pemijahan mungkin bisa gagal.
- Pemanasan air akan mempercepat penguapan. Akibatnya volume air akan lebih cepat berkurang, menyebabkan lebih terkonsentrasinya unsur-unsur tertentu dalam air. Kalau proses ini terus berjalan maka pencemaran unsur-unsur tersebut tak dapat dihindari lagi, karena konsentrasinya akan melebihi daya cerna air yang bersangkutan.

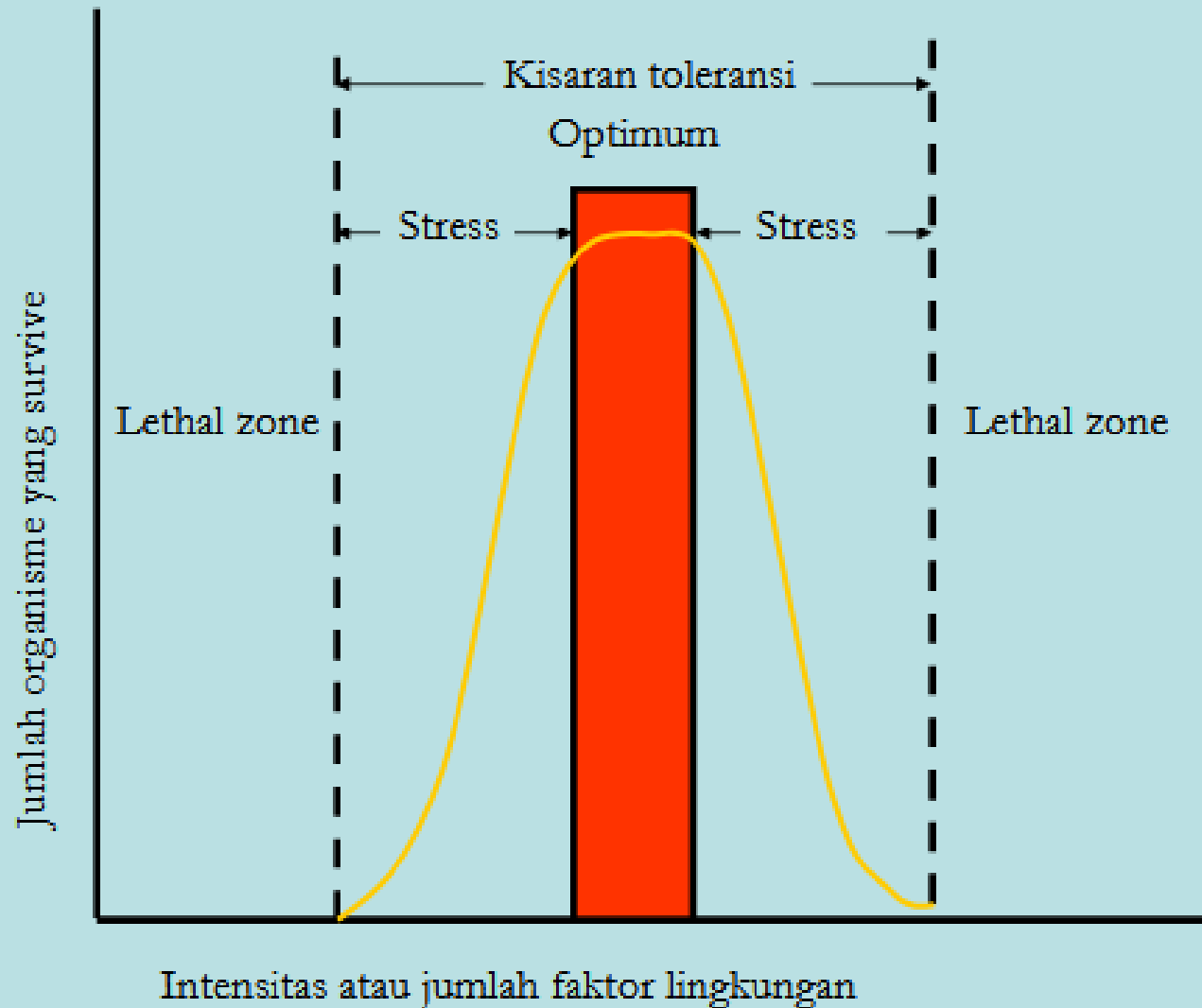
PENGARUH FISIK

- Selain itu, pembuangan air bekas pendingin tersebut, juga menyebabkan pemerataan peningkatan kadar padatan terlarut yang mengakibatkan terjadinya sedimen di airlaut pada daerah sekitar pembuangan.
- Hal tersebut terjadi karena sifat pembuangan yang berlangsung terus menerus, sehingga sifat keberadaan padatan terlarut di air laut cenderung tidak berbalik (tetap padat, sulit larut kembali, dan cenderung untuk membentuk sedimen).

PENGARUH BIOLOGI

- Bila komunitas karang diberi air bersuhu 2 - 3° C lebih tinggi daripada suhu optimal, binatang-binatang tersebut akan dapat mati secara perlahan-lahan.
- Study tentang polusi panas di Miami, USA (FERGUSON WOOD & ZIEMAN 1969) menunjukkan bahwa pada kondisi musim panas, suatu generator listrik berkapasitas 800 MW, telah mengakibatkan kematian 91% dari rumput laut *Thalassia* pada jarak 450 yard ($\pm$ 405 m) dari pantai tempat pembuangan, sedangkan 9% nya dalam keadaan kurang sehat. Pada jarak 900 yard ($\pm$ 810 m) 48% mati.

Kisaran toleransi organisme terhadap faktor lingkungan (suhu)



PENGARUH BIOLOGI

- Penaikan suhu menambah mortalitas kerang Pasifik (*Crassostrea gigas*) karena terjadinya penyuburan bakteri-bakteri.
- Mengubah Struktur Komunitas (bbrp. species intolerant menghilang & bbrp spesies meningkat)
- Algae penempel (perifiton) meningkat jumlahnya namun keanekaragaman menurun
- Cacing tubificidae *Branchiura sowerbyi* berkembang baik di perairan yang menjadi hangat
- Di laut tropis, kebanyakan biota tidak tahan terhadap peningkatan suhu lebih dari 2-3 °C. Kebanyakan sponge, moluska dan krustase tidak tahan pada suhu >37°C. Keanekaragaman bentos akan berkurang.

PENGARUH BIOLOGI

- Misalnya *Saurida tumbO* (ikan kedel atau bebolak) yang banyak terdapat sebagai hasil pukat dasar, di perairan. kita, didalam daftar disebutkan bahwa kenaikan suhu 4°C dari suhu lingkungannya tidak mempengaruhi pemijahan.
- Perubahan suhu diluar suhu optimum dapat menambah kepekaan sesuatu jenis biota terhadap zat-zat toksik. Alga toksik seperti *Lyngbya majuscula*, *Calothric crustacea* dan *Schizothrix calcicola* akan bertambah potensinya jika dihadapkan dengan pengaliran suhu dan volume air yang lebih besar.
- Blue-green algae (Cyanobacteria - paling tolerant) menjad: dominan, tahan sampai 32°C

PENGARUH BIOLOGI

- Di daerah subtropis keadaan limbah panas ini dapat mempercepat pertumbuhan dan penetasan telur ikan asalkan tidak melampaui batas-batas ketahanan ikan-ikan tersebut.
- Pembuangan panas PLTU di Kahe, Hawaii, air yang mencapai dasar perairan telah merubah komposisi jenis ikan-ikan akibat bertambahnya algae dasar laut yang mungkin menunjang kehidupan ikan.
- PLTU PRIOK UNIT III dan IV terdapat banyak ikan.

PENANGANAN LIMBAH PANAS

Beberapa cara" penanggulangan dalam pembuangan sisa panas, yang sifatnya masih "prohibitive" untuk diterapkan di Indonesia.

a. "Artificial Cooling Pond"

Sebelum air dibuang ke perairan bebas, ditampung dahulu didalam suatu "kolam pendingin" untuk pendinginan dan memanfaatkan kembali (*reuse*) sebagai air pendingin (*cooling water*)

Untuk generator berkapasitas 1 juta KW diperlukan kolam seluas 400 - 500 ha. Ini terlalu luas untuk daerah dimana tanah semakin langka dan harga semakin tinggi.

Spray nozzles

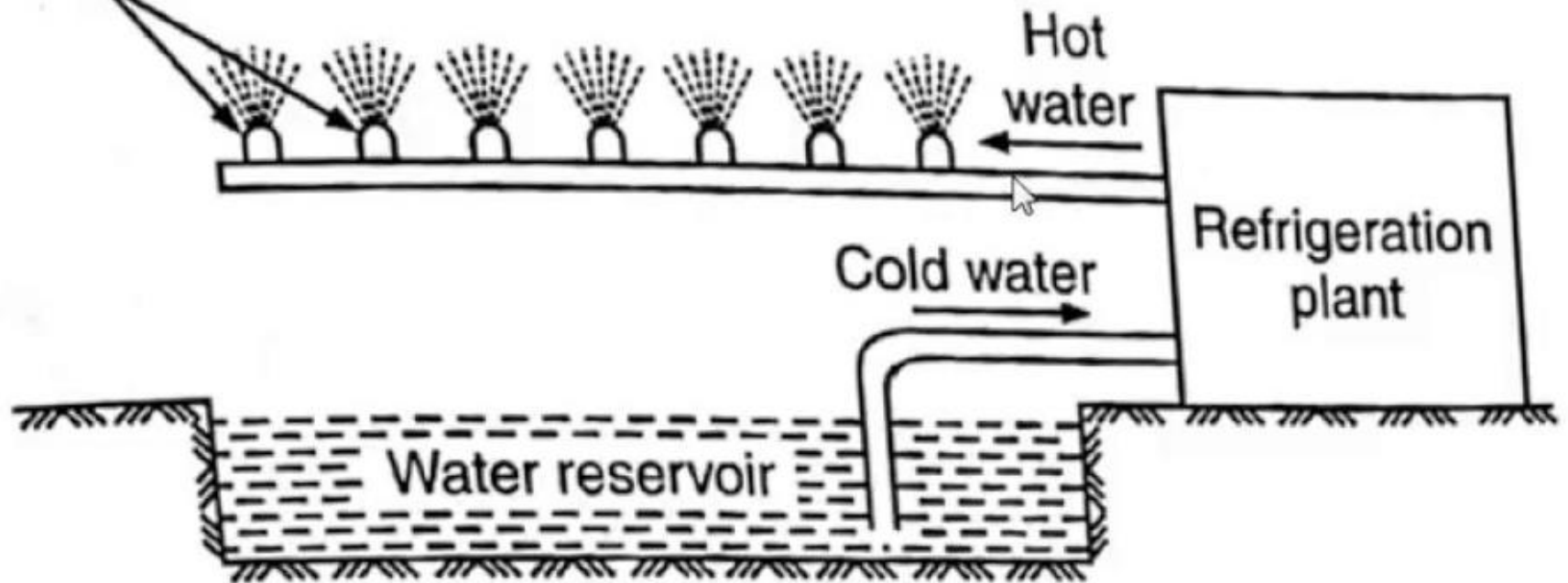


Fig. 1 Spray pond



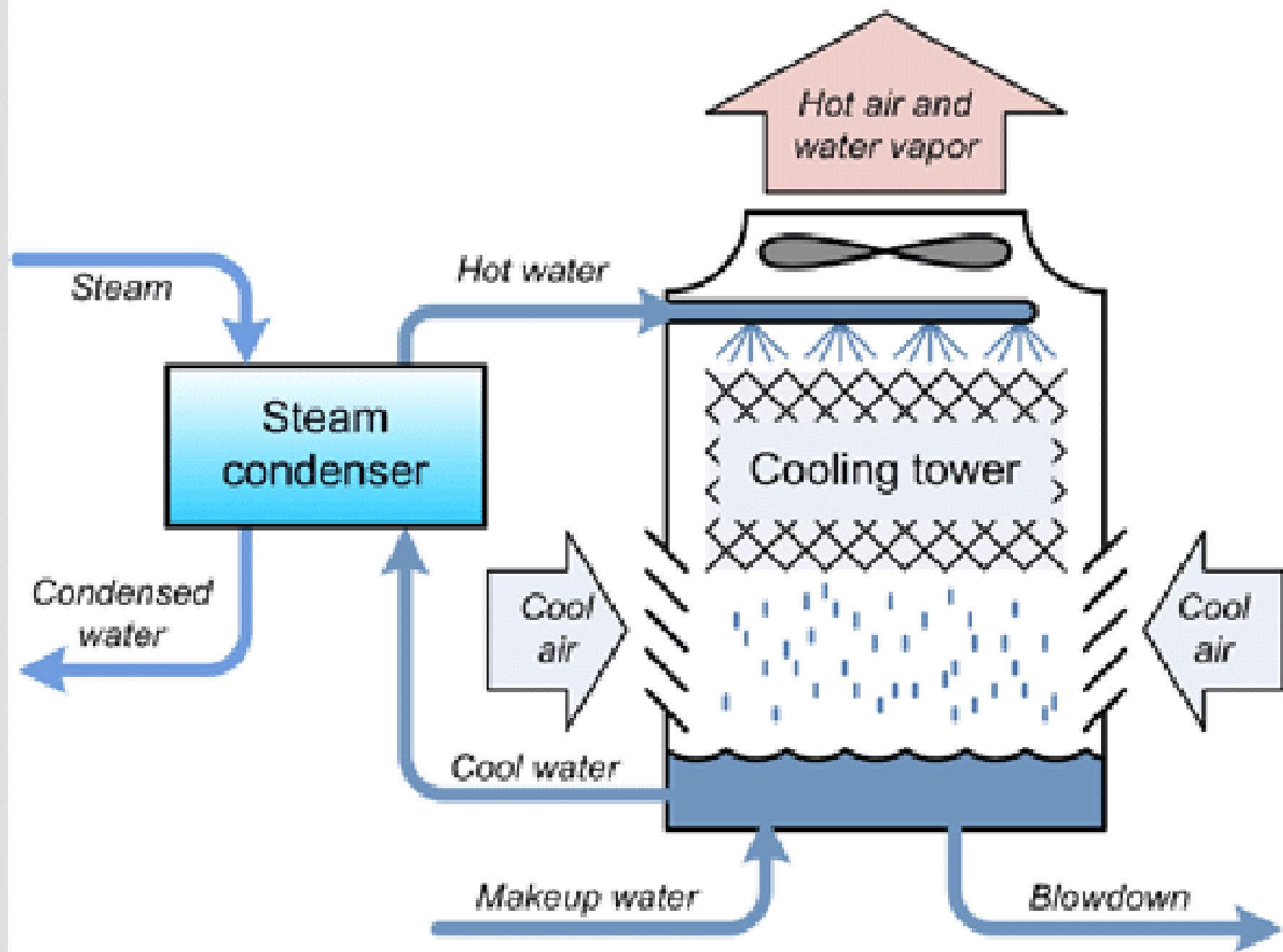
b. "Wet Cooling Tower"

Pendinginan air panas dengan cara menyemprotkan udara" ke dalam (atau mempertemukan aliran panas dengan aliran udara). Penguapan akan terjadi dan airpun mendingin.

Pembangunan menaranya harus cukup besar (kira-kira diameternya 200 m dan tingginya 176 m).

- Air pendingin diambil dari sumbernya dan dialirkan ke kondensor dimana terjadi pertukaran panas
- Air yang telah bertambah panas dialirkan ke “*cooling tower*”, air panas didinginkan melalui kontak dengan udara.
- Sebagian air pendingin hilang melalui penguapan
- Akibat penguapan konsentrasi dari zat-zat yang terkandung di air pendingin bertambah besar.
- Untuk mengatasinya sebagian air dibuang (blowdown) dan diganti dengan air baru

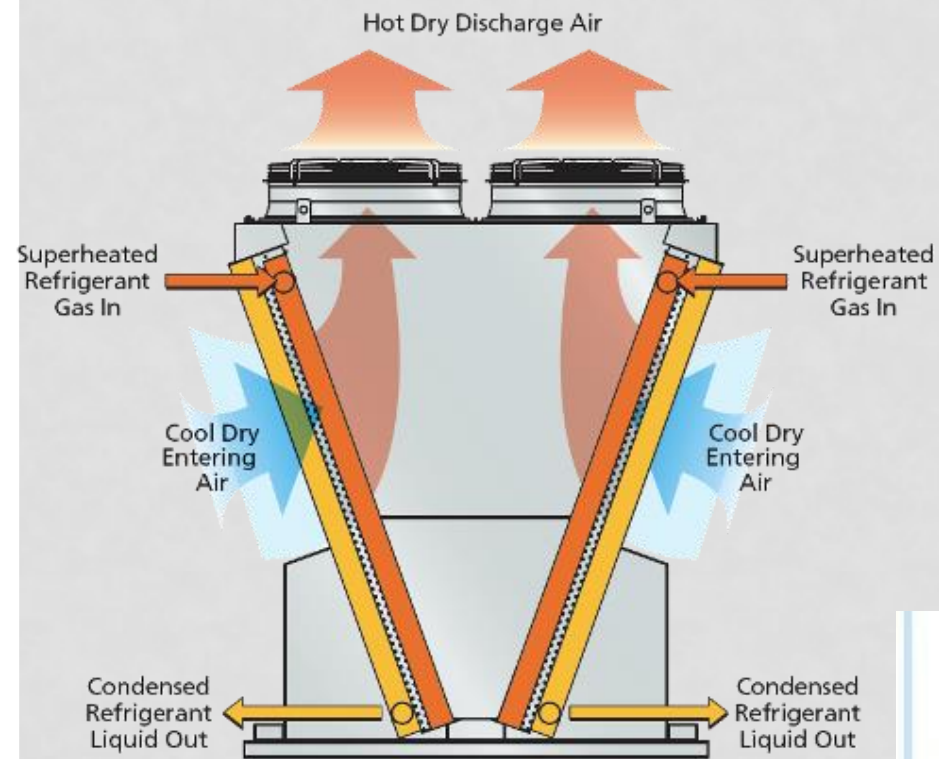
- Air pendingin tawar banyak yang hilang akibat penguapan.
- Usaha ini dapat merubah cuaca setempat, sebab biasanya air yang harus didinginkan berjumlah berjuta-juta liter per harinya.
- Konsentrasi zat zat di air yang dibuang sangat tinggi, kurang baik untuk lingkungan.
- Sistem cooling tower memerlukan energi untuk pengoperasiannya sehingga mengurangi energi yang dihasilkan oleh pembangkit.





c. "Dry Cooling Tower"

Sistimnya seperti bekerjanya radiator dalam mobil. Sistim ini sebetulnya yang terbaik, tetapi juga termahal. Diperkirakan akan menambah biaya 10% dari biaya keseluruhan sedangkan untuk "artificial cooling pond" diperkirakan hanya 0,5% dan "wet cooling tower" kira-kira 5%.



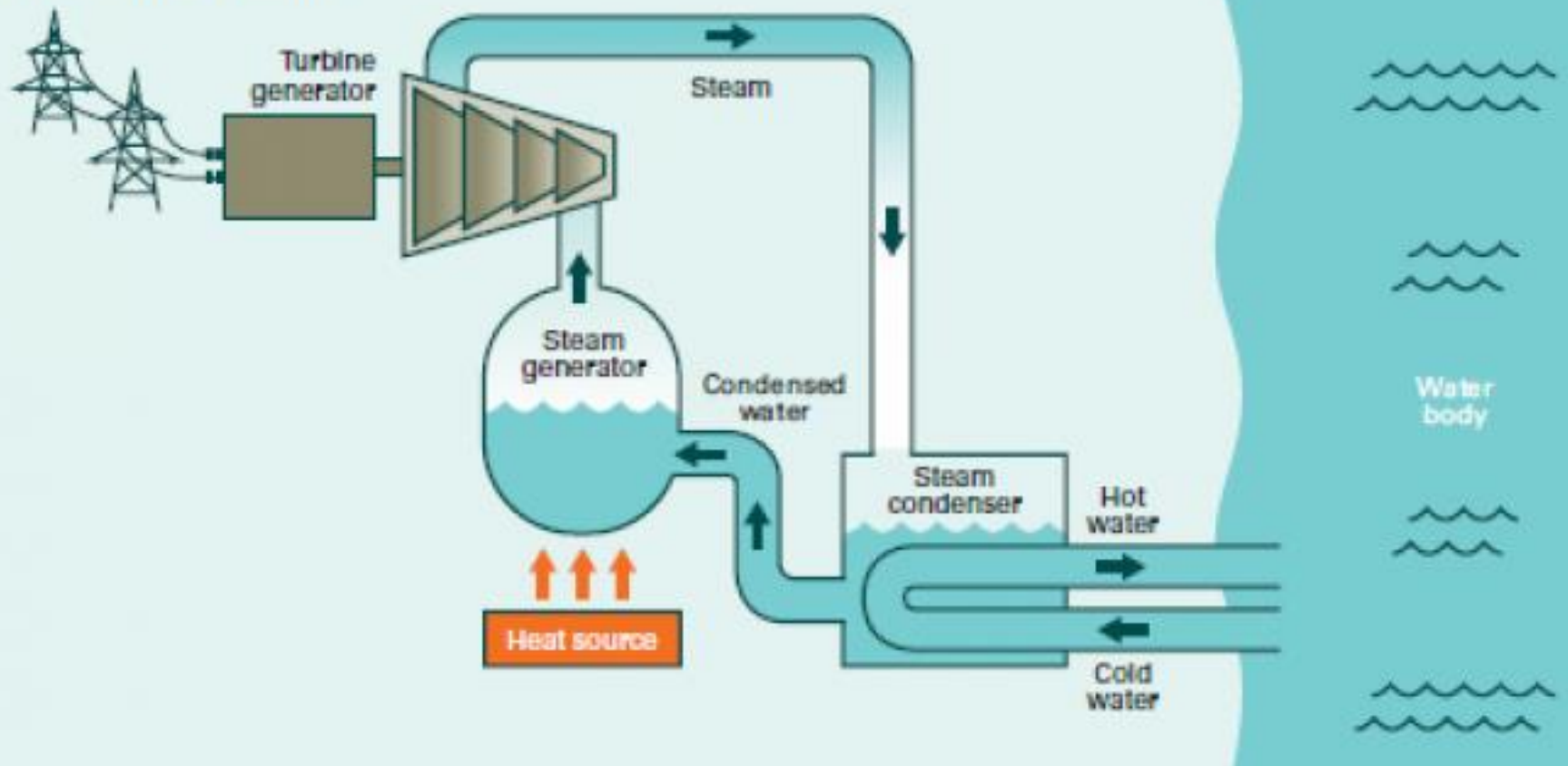
d. **"once through water cooling"**

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas maka sistim **"once through water cooling"** merupakan sistim yang biasa diterapkan.

Dalam sistem ini panas buangan sebagai hasil akhir dari suatu siklus tenaga thermodinamik hams dibuang kedalam "lubuk panas" dan boleh dikatakan alur-alur air seperti sungai, muara, dan perairan pantai telah menjadi lubuk untuk pembuangan panas dari pembangkit- pem bangkit tenaga-tenaga listrik.

- Sampai sekarang belum ada kerusakan-kerusakan lingkungan akuatik yang berarti akibat pembangkit-pembangkit listrik.
- Tetapi di negara-negara maju terutama Amerika Serikat, telah banyak publisitas tentang kehidupan akuatik yang terancam karena pembangkit-pembangkit tersebut.
- Biasanya untuk sistem "**once through cooling**" di sungai dibutuhkan perbedaan suhu antara "inlet" dan "outlet" sebesar 3 - 5 F (1,6 - 2,6 C) dalam merencanakan suatu pembangkit listrik. Tetapi bagi pembangkit-pembangkit listrik yang sudah tua perbedaan itu dapat mencapai 20°F (11°C).

a Once-through cooling



TERIMA KASIH