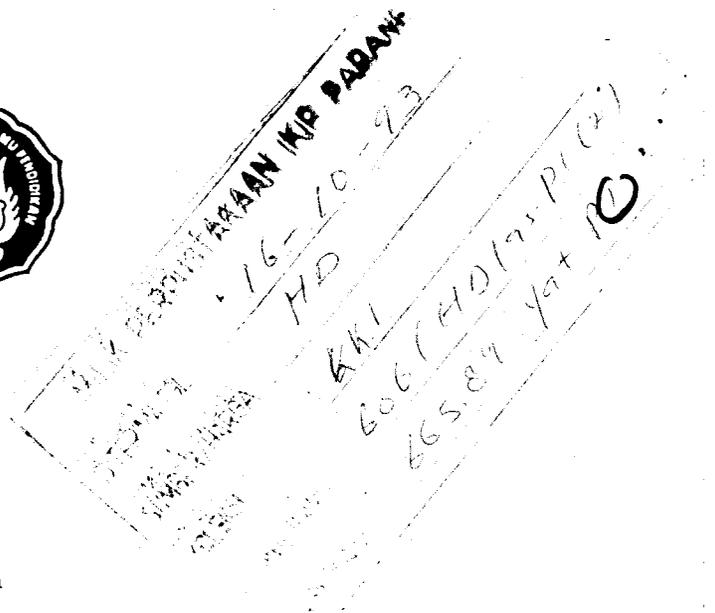


PENYEBAB MENIPISNYA LAPISAN OZON DI STRATOSFIR



Oleh

Drs. H. A. Gafar Yatim

DIAJUKAN PADA

SEMINAR ILMIAH DOSEN-DOSEN JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA

TANGGAL 7 AGUS 1992

DI RUANG SIDANG FPMIPA IKIP PADANG

---

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAM ILMU PENGETAHUAN ALAM

INSTITUT KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN PADANG

1 9 9 2

MILIK UPT PERPUSTAKAAN

IKIP PADANG

## KATA PENGANTAR

Dengan rasa syukur dan bahagia penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T, karena dengan rahmat dan karunianya jua penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah yang berjudul "*Penyebab Menipisnya Lapisan Ozon di Stratosfir*".

Penulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran pada pendengar seminar mengenai sebab musabab terjadinya penipisan lapisan Ozon yang mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan hidup terutama yang menimpa atmosfer. Dilain pihak penulis juga didorong dengan gencarnya berita pada media masa mulai tahun 1986 dan terulang lagi tahun 1992.

Karya ini penulis susun berdasarkan studi kepustakaan dan diskusi dengan teman sejawat.

Selanjutnya penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ini .

Akhir kata penulis menyadari bahwa karya ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan pada pendengar untuk memberikan kritikan dan saran demi penyempurnaan selanjutnya dan sebelumnya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 7 Agustus 1992

P E N U L I S

## DAFTAR ISI

|  | halaman |
|--|---------|
| KATA PENGANTAR .....   | ii      |
| DAFTAR ISI .....   | iii     |
| I. PENDAHULUAN .....   | 1       |
| II. PERUBAHAN OZON DI STRATOSFIR .....                       | 4       |
| III. PENELITIAN TENTANG OZON .....                           | 7       |
| IV. YANG MEMPENGARUHI BERKURANGNYA<br>KONSENTRASI OZON ..... | 10      |
| V. KESIMPULAN .....  | 16      |
| VI. DAFTAR BACAAN .....                                      | 18      |

## PENYEBAB MENIPISNYA LAPISAN OZON DI STRATOSFIR

OLEH : Drs. H. A. Gafar Yatim\*)

### I. PENDAHULUAN

Atmosfir bumi merupakan suatu lapisan gas yang menyelubungi bulatan bumi dan sangat mutlak diperlukan. Atmosfir terdiri dari berbagai macam gas dengan konsentrasi yang berbeda-beda, tanpa adanya lapisan atmosfer bumi serta planet lainnya akan kering atau hangus. Jadi atmosfer bertindak sebagai perisai atau pelindung dari sengatan cahaya matahari yang suhunya sangat tinggi pada siang hari dan rendah pada malam hari.

Kalau dilihat dari komposisi gas penyusun atmosfer bumi dapat dibedakan jadi dua kelompok: gas permanen dan gas yang jumlahnya berubah-ubah. Gas permanen itu terdiri dari: Nitrogen, Oksigen, Hidrogen, Helium, Argon, Neon, Krypton, dan Xenon. Gas yang jumlahnya berubah-ubah terdiri dari: uap air, Karbon Dioksida, ozon dan gas lain. Dari sudut struktur vertikal, atmosfer

\*) Disampaikan pada seminar ilmiah dosen-dosen jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Padang tgl. 7 - 8 - 1992

bumi terdiri dari beberapa lapisan yang tergantung pada temperatur, komposisi udara, sifat kimia dan sifat radio elektriknya, seperti terlihat pada gambar berikut:

| h<br>(km) | Temperatur<br>(°K) | Komposisi<br>Udara | Sifat Radio<br>Elektrik | Sifat-sifat<br>Kimia |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|
| 300       |                    |                    |                         |                      |
| 250       |                    |                    | ionosfir                |                      |
| 200       |                    |                    | F <sub>2</sub>          |                      |
| 150       | termosfir          | heterosfir         | F <sub>1</sub>          |                      |
| 100       | mesopouse          |                    | E                       | Chemosfir            |
| 50        | mesosfir           | homosfir           | D                       |                      |
|           | stratopouse        |                    |                         | ozonosfir            |
| 0         | stratosfir         |                    | netrosfir               | atmosfir             |
|           | troposfir          |                    |                         |                      |

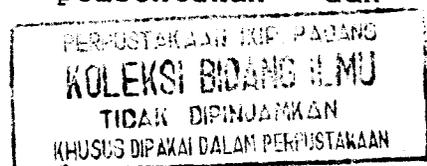
Gambar 1 Pembagian atmosfer berdasarkan struktur vertikal

Sesuai dengan topik yang akan dibahas menitik beratkan pada ozon yang termasuk gas yang jumlahnya dapat berubah-ubah dan berada di lapisan stratosfir. Ozon ini mempunyai peran penting dalam menyerap radiasi berbahaya dari matahari (uv-B) yang menerpa bumi. Seperti kita ketahui ozon terbentuk dari molekul oksigen biasa di atas lapisan stratosfir oleh radiasi ultraviolet. Sebenarnya

kalau dibandingkan dengan gas lain di atmosfer, seperti Oksigen dan Nitrogen; Ozon jumlahnya kecil sekali, sekitar 300 bagian permilyar volume atmosfer bumi seluruhnya, atau sama artinya kalau bumi kita hanya diselubungi seluruhnya oleh ozon yang ada, maka atmosfer bumi hanya setebal 3 mm (milimeter).

Meskipun secara kuantitas ozon sedikit, namun sangat penting sekali dalam menyerap radiasi berbahaya dari matahari. Panjang gelombang cahaya matahari yang tampak oleh mata kita berkisar antara 4000 hingga 7000  $\text{Å}$  ( $\text{Å}$  = Angstrom), dari cahaya ungu hingga merah. Bagian cahaya matahari yang berada di luar cahaya ungu adalah radiasi ultraviolet dengan panjang gelombang 3200 sampai 4000  $\text{Å}$ . Ini masih dapat diterima dengan normal oleh makhluk hidup di bumi. Namun radiasi ultraviolet di bawahnya dengan panjang gelombang 2900 hingga 3200  $\text{Å}$ , telah terbukti dapat merusak kehidupan yang ada di bumi. Untungnya sebagian dari radiasi ini diserap oleh lapisan ozon di stratosfir, tetapi sebagian kecil dapat lolos ke permukaan bumi, dengan jumlah yang lebih besar di daerah khatulistiwa dibandingkan di kutub. Ini cukup mengkhawatirkan apalagi bila jumlahnya meningkat karena menipisnya lapisan ozon yang ada.

Penipisan ozon terjadi karena perubahan ozon menjadi molekul oksigen yang biasa kita hirup, selama milyaran tahun terjadi keseimbangan antara pembentukan dan

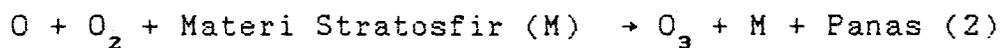


penghancuran ozon. Keseimbangan ini akan terancam, oleh masuknya zat-zat kimia CFC (Kloro Fluoro Karbon) atau dikenal dengan Freon yang mempercepat penghancuran ozon, sehingga lapisan ozon dapat menipis di suatu daerah stratosfir tertentu. Daerah dimana musnahnya sejumlah ozon terlihat seperti lubang dan lubang tersebut dikenal dengan lubang ozon. Artinya juga sinar uv-B akan leluasa mencapai bumi, resikonya timbul berbagai penyakit semakin tinggi dan yang paling dikhawatirkan akan mengganggu fotosintesis tumbuhan.

Selain itu, bersama dengan gas-gas rumah kaca ('green house effect') seperti gas CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>O, radiasi uv-B ini punya andil menaikkan suhu bumi yang dapat mengancam negara-negara kepulauan dengan naiknya permukaan laut ('banjir bandang') akibat dari mencairnya gunung-gunung es. Untuk lebih jelasnya akan diuraikan pada bab-bab berikut.

## II. PERUBAHAN OZON DI STRATOSFIR

Ozon (O<sub>3</sub>) terbentuk melalui reaksi molekuler oksigen dengan bantuan radiasi ultraviolet dan pecah menjadi molekul O<sub>2</sub> dan atom O, kemudian dengan cepat menyatu membentuk ozon (O<sub>3</sub>) kembali, tahapan reaksinya sebagai berikut:



Keberadaan Ozon ini di stratosfir berada dalam keadaan keseimbangan dinamis, artinya proses pembentukan seperti yang dijelaskan dengan reaksi (1) dan (2) diatas akan diimbangi dengan penghancurannya (destruksi), sehingga jumlah Ozon di stratosfir akan konstan dan ideal yaitu sekitar 350 DU (DU adalah Dobson Unit, satuan konsentrasi Ozon). Dengan kata lain 1000 DU sama dengan Ketebalan 1 cm lapisan ozon pada tekanan di atas permukaan laut.

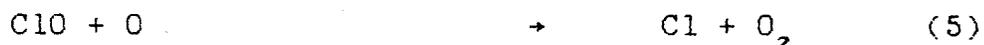
Sedang penghancuran ozon di stratosfir terjadi karena reaksi antara ozon dengan radiasi ultraviolet dan radikal-radikal klorin yang terdapat di stratosfir, senyawa klorin (Kloro Fluoro Karbon atau CFC) merupakan senyawa organik yang "inert" (inert adalah senyawa organik yang stabil dan tak bisa bereaksi), oleh karena itu senyawa ini dapat bertahan sampai seratus tahun bahkan lebih di lapisan troposfir, tetapi beberapa molekulnya secara acak berdifusi kelapisan lebih atas (stratosfir). Dan dengan adanya sinar ultraviolet senyawa ini di stratosfir mengalami dekomposisi membentuk fragmen-fragmen, termasuk atom Klor. Pada proses penghacuran lapisan atom Klor bertindak sebagai katalis yang tidak akan habis dalam reaksi, dan dapat digunakan

kembali pada proses penghancuran ozon selanjutnya.

Reaksinya sebagai berikut:



Radikal ClO kemudian dapat bereaksi kembali dengan atom oksigen, menghasilkan radiasi Klor:



Reaksi ini berlangsung terus menerus, oleh karena itu penambahan dari bumi hanya dengan satu buah atom Klor, beribu-ribu molekul ozon di stratosfir akan musnah.

Seperti keterangan diatas dimana keberadaan ozon di stratosfir adalah seimbang dinamis atau kosentrasinya selalu sekitar 350 DU. Dengan kondisi normal 350 DU ini lapisan Ozon banyak memberi manfaat bagi kehidupan kita. Dimana sinar ultraviolet berbahaya yang panjang gelombangnya  $(2900 - 3200)^{\circ}\text{A}$  hanya dapat diserap oleh lapisan ozon tersebut. Sebagaimana kita ketahui sinar ultraviolet yang panjang gelombangnya  $(2900 - 3200)^{\circ}\text{A}$  atau dikenal dengan sinar UV-B dapat menimbulkan kanker kulit, katarak mata, dan menurunnya daya tahan tubuh, merusak paru-paru serta bersama dengan gas-gas rumah kaca radiasi UV-B akan mengganggu fotosintesis tumbuh-tumbuhan. Kalau

yang berfungsi memanasi bumi secara normal adalah:

|                 |      |
|-----------------|------|
| CFC             | 15 % |
| CO <sub>2</sub> | 50 % |
| Metana          | 20 % |
| Nitrogen Oksida | 10 % |
| Ozon            | 5 %  |

Zat-zat di atas membuat lapisan pelindung sehingga pantulan sinar matahari sulit menuju ke atmosfer. Dan yang paling dikhawatirkan uv-B akan mengganggu fotosintesis tumbuh-tumbuhan, jelas ini akan mengganggu pula pada proses penyediaan pangan.

### III. PENELITIAN TENTANG OZON

Semenjak tahun 1984, setelah diluncurkan satelit Nimbus-7 milik NASA AS memata-matai adanya lubang ozon di atmosfer; orang mulai ribut soal lubang Ozon. Tapi sebenarnya sejak tahun 1957, Joseph Farman telah secara diam-diam meneliti kadar Ozon. Ia menemukan penurunan kadar Ozon setiap bulan September dan Oktober, tetapi ia enggan mengemukakan hal itu. Mungkin ia ragu sebab tak satupun komputer yang meramalkan hal itu, juga terlewatkan oleh satelit Nimbus-7 yang diluncurkan tahun 1978. Pertamanya satelit itu membawa alat total Ozone Mapping Spectrometer yang khusus dirancang memantau kadar

ozon, barulah tentang ozon di jurnal Natural edisi Mei Farman menublikasikan penemuannya dan ini mengagetkan para ahli.

Ahli NASA pun mengorek data masa lalu dari Nimbus-7. Ternyata lubang tadi terpantau, tapi komputer mengira itu kesalahan (artefak) jadi mengabaikannya saja.

Untuk menjelaskan timbulnya lubang tadi ada 2 teori:

1. Lubang tadi timbul karena adanya aliran udara dari troposfir yang naik sehingga membuyarkan lapisan ozon di stratosfir. Jika ini terjadi, tentu aman karena tak ada pencemaran yang berbahaya.
2. Pengrusakan benar-benar terjadi akibat CFC (Klorofluorokarbon).

James E. Lovelock adalah ahli kimia biosfer Inggris yang pertama kali menemukan peningkatan kadar CFC di atmosfer pada awal tahun 1970 an. Tapi karena CFC terkenal stabil, tak pernah bereaksi, para ahli tak menduga ia dapat merusak ozon. Kenyataannya, radiasi ultraviolet di angkasa mampu memecah CFC membebaskan klor yang reaktif sekali, inilah sipembunuh ozon. Hal ini pertama kali dikemukakan oleh ahli kimia Sherwood Rowland dari Universitas California dan rekannya Mario Molino.

Penyelidikan tentang ozon betul-betul suatu tantangan yang sulit, karena tempatnya yang jauh dan tinggi di lapisan atas stratosfir, tak mungkin dipantau secara cermat dari permukaan bumi, maka untuk mengukurnya

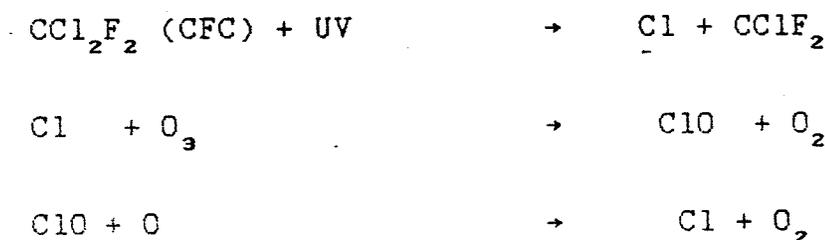
NASA mengerahkan pesawat ER-2 modifikasi dari pesawat pengintai U-2, satu-satunya pesawat penelitian milik NASA yang dapat terbang di stratosfir.

Pada bulan September 1990, seperti pada tahun 1984, terlihat lagi suatu lubang pada ketinggian 15 sampai 20 km di stratosfir Antartika. Menurut F. Sherwood Rowland, terbentuknya lubang ozon di stratosfir Antartika tersebut terutama disebabkan oleh kenaikan konsentrasi klor di stratosfir, khususnya klor yang terbentuk dari fotolisis senyawa kelompok CFC seperti  $\text{CCl}_2\text{F}_2$  (CFC-12),  $\text{CCl}_3\text{F}$  (CFC-11) dan  $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$  (CFC-113). Penggunaan kelompok senyawa ini atau yang kita kenal dengan freon sebagai gas pendingin dalam lemari es, AC, aerosol spray, pelarut, pembungkus makanan cepat, insulator listrik, cairan pembersih mikrichip, gas penyemprot pada botol-botol minyak wangi, deodoran, insektisida dan lain sebagainya. Zat freon juga dipakai untuk menimbulkan busa pada pembuatan polimer untuk karpet, jok mobil dan lain-lainnya. Jadi dengan rusak atau lepasnya molekul CFC tadi akan terbawa angin hingga angkasa dan merusak ozon, menyebabkan berkurangnya konsentrasi ozon (akan berkurang dari 350 DU), dari keadaan normalnya.

#### IV. YANG MEMPENGARUHI BERKURANGNYA KONSENTRASI OZON

Berkurangnya konsentrasi ozon terutama disebabkan oleh bahan kimia CFC atau freon. Dibalik berbagai aneka penggunaan freon dan bisnisnya mencapai ratusan juta dollar setiap tahunnya, freon juga menimbulkan dampak negatif kehidupan manusia. Kalau berkurang konsentrasi ozon artinya terjadi penipisan dilapisannya atau dikenal dengan lubang ozon, yang menyebabkan radiasi ultraviolet yang panjang gelombangnya 2900 sampai 3200  $\text{Å}$  dikenal sangat berbahaya dari sinar matahari akan mencapai permukaan bumi.

Sebenarnya molekul freon ini memang stabil tapi bila terkena radiasi ultraviolet, akan pecah jadi klor seperti ditulis dalam reaksi berikut:



dan klor mudah sekali bergabung dengan ozon membentuk kloromonoksida yang tak mampu menahan radiasi ultraviolet.

Walaupun demikian penggunaan freon cukup banyak juga. Dari data tahun 1986 menunjukkan bahwa konsumsi freon untuk kawasan:

|               |      |
|---------------|------|
| Asia asifik   | 18 % |
| Afrika        | 11 % |
| Amerika Latin | 32 % |
| Amerika Utara | 35 % |
| Eropa Barat   | 32 % |
| Eropa Timur   | 11 % |

Persentase ini terbagi dalam kegunaan:

|                 |      |
|-----------------|------|
| Pelarut         | 16 % |
| Pendingin       | 25 % |
| Aerosol (Spray) | 27 % |
| Pembusa         | 25 % |
| Keperluan Lain  | 7 %  |

Khusus pemakaian freon di Indonesia sebanyak 0,02 kg/kapita/tahun. Konsumsi sebanyak itu sebenarnya masih rendah dibandingkan dengan batas standar yaitu 0,3/kapita/tahun. Saat ini kebutuhan freon di Indonesia sebanyak 3000-4000 ton pertahun. Diperkirakan terjadi kenaikan konsumsi freon sebanyak 15-20 % pertahun.

Persoalan tersebut telah membuat rihatin masyarakat dunia, sehingga pada tahun 1987 diadakan pertemuan yang dihadiri oleh 21 negara industri di Montreal. Pada pertemuan itu dicetuskan "Montreal Protocol", dimana tersirat keinginan untuk melindungi lapisan ozon dengan menghimbau negara maju agar mengurangi konsumsi bahan kimia CFC. Dan diperoleh suatu kesepakatan bahwa pada akhir tahun 1999 negara maju harus sudah mengurangi

konsumsi CFC sebesar 50 %. Adapun untuk negara ketiga diberi kesempatan sampai tahun 2010. Keinginan tersebut dipertegas lagi pada pertemuan di London pada bulan Juli 1990 yang diikuti 50 negara yang mencanangkan batas waktu (deadline) penggunaan bahan kimia CFC secara luas pada awal tahun 2000-an.

Sekarang ini salah satu upaya yang telah dilakukan oleh beberapa negara maju antara lain membuat peralatan daur ulang, peralatan untuk memproduksi ozon, alternatif pengganti bahan kimia CFC dan membuat beberapa peraturan yang pada prinsipnya mencegah atau mengurangi emisi CFC ke Atmosfir.

Negara Jerman telah mulai mengharuskan setiap industri alat pendingin untuk dilengkapi alat pendaaur ulang CFC, begitupun yang berlaku di Belanda dan Swedia. Amerika Serikat telah menghimbau kepada pemilik kendaraan bermotor yang dilengkapi dengan pendingin udara agar melengkapi dengan alat pendaaur ulang-CFC yang dapat diperoleh dengan harga yang relatif murah.

Sekarang telah ditemukan beberapa bahan kimia pengganti kelompok CFC, walaupun tidak sebaik CFC dalam hal efisiensi, namun mempunyai beberapa keuntungan yakni aman bagi lingkungan hidup, untuk lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

TABEL I. BAHAN KIMIA CFC DAN PENGGANTINYA

| Bahan Kimia   | Waktu hidup di Atmosfir (tahun) | Potensi perusakan Ozon | Potensi pemanasan ^Global | Penggunaan Utama                   |
|---|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| CFC-11<br>(CCl <sub>3</sub> F)                                | 64                              | 1,0                    | 0,32                      | pendingin, pembusa                 |
| CFC-12<br>(CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )                  | 108                             | 1,0                    | 1,0                       | Pendingin dikulkas dan AC, Aerosol |
| CFC-113<br>(CCl <sub>3</sub> CF <sub>3</sub> )                | 88                              | 0,8                    | 0,49                      | Pembersih sirkuit elektronik       |
| HCFC-22<br>(CHClF <sub>2</sub> )                              | 22                              | 0,05                   | 0,07                      | Residential Cooling                |
| HCFC-123<br>(CHCl <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> )              | 2                               | 0,01                   | 0,01                      | Pengganti-pembusa (Foam blowing)   |
| HCF-152a<br>(CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )               | 2                               | 0                      | < 0,1                     | Pengganti pendingin                |
| HCF2-141b<br>(CCl <sub>2</sub> FCH <sub>3</sub> )             | 10                              | 0,03                   | 0,05                      | Pengganti pembusa                  |
| HCF-134a<br>(CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> ) | 8                               | 0                      | < 0,1                     | Pendingin                          |

## Keterangan tabel

CCl<sub>3</sub>F : Triklorofluoro metana  
 CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub> : Diklorodifluoro etana  
 CCl<sub>3</sub>CF<sub>3</sub> : Triklorotrifluoro etana  
 CH<sub>2</sub>ClF<sub>2</sub> : Klorodifluoro metana  
 CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>CF<sub>2</sub> : Diklorotrifluoro etana  
 CH<sub>3</sub>CHF<sub>2</sub> : Difluoroetana  
 CCl<sub>2</sub>FCH<sub>3</sub> : Diklorofluoro etana  
 CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>CF<sub>3</sub> : Triklorodifluoro etana

Kelebihan kelompok HCF dibanding kelompok CFC, didalamnya mengandung C-H yang relatif tidak stabil dibandingkan dengan ikatan C-CL yang terdapat di dalam CFC, kelompok HCF di atmosfer mudah terurai oleh radikal bebas Hidroksil membentuk fragmen-fragmen yang sukar bereaksi dengan ozon. Berkurangnya emisi bahan-bahan kimia yang dapat memusnahkan ozon di stratosfir memungkinkan kembalinya fungsi Ozon sebagai pelindung ekosistem bumi.

Selama ini CFC yang dipakai untuk pendingin di AC mobil adalah CFC-12. diperkirakan 107,5 juta pon CFC-12 yang digunakan di mobil pada tahun 1989. Untuk mengurangi atau meniadakan penggunaan CFC-12 yang dapat merusak lapisan Ozon, maka kini diupayakan penggunaan HFC-134a (TetraFlouroethane). Berbagai perusahaan mobil, baik yang ada di AS, Eropa, Jepang dan sebagainya sedang mengembangkan pemakaian HFC-134a, Sebenarnya, HCFC-22 juga bisa dipakai namun dibutuhkan tekanan operasi yang cukup tinggi. -

Penelitian yang dilakukan selama 15 tahun belakangan ini terhadap HFC-134a untuk bahan pendingin AC menunjukkan bahwa HFC-134a itu berbeda secara Termodinamika dengan CFC-12. Adanya perbedaan sifat Termodinamika itu menyebabkan diperlukan perubahan disain baru dan komponen wadah yang baru. Semua ini untuk mencapai efisiensi yang tinggi, namun juga mempertimbangkan segi ekonominya.

Kunci untuk mencapai efisiensi pendinginan dari kompresi uap zat pendingin adalah kemampuan kerja cairan pendingin untuk mencapai batas antara kondisi cairdan uap secara berulang-ulang.

Pada fase transisi itu terjadi peredaran panas untuk mencapai perubahan suhu, cairan pendingin yang mendidih pada wadah penguapan, akan menghasilkan tenaga pendinginan pada seluruh ruangan bagian dalam mobil, sedangkan kompresi dan kondensasi uap kembali ke cairan memerlukan pembuangan panas melalui kondeser.

Dari hasil analisa ahli-ahli, Du Pont menunjukkan bahwa untuk mencapai pendinginan yang sama, akan diperlukan 6 % energi lebih besar bila memakai HFC-134a dibanding memakai CFC-12

Oleh karena itu diperlukan beberapa perubahan disain pada peralatan AC, antara lain :

- Kompresor yang memiliki kekuatan 10 % lebih tinggi. Hal ini memerlukan penggantian beberapa komponen peralatan AC
- HFC-134a lebih mudah terkontaminasi oleh air, sehingga memerlukan pengeringan yang lebih efektif.
- Pelumas mineral oil tidak larut dalam HFC-134a. Dengan demikian perlu dicari pelumas lain yaitu dari jenis Polyalkalenegyool oil untuk menjamin bila terjadi kegagalan kompresor.

Disamping menciptakan alat untuk daur ulang CFC dan senyawa pengganti CFC, para ahli juga sekarang ini berusaha memproduksi ozon untuk menambal lapisan ozon yaitu dengan *ozonizer*. Ozonizer adalah alat yang dapat memproduksi ozon dari gas oksigen dengan percikan api listrik. Dua larutan asam sulfat encer dalam dua tabung yang terpisah dihubungkan dengan elektroda dari kumparan induksi sehingga berfungsi sebagai elektroda yang memercikkan bunga api listrik. Gas oksigen dilewatkan di celah di antara keduanya, gas yang keluar sebagian adalah ozon. Jadi dengan membuat ozonizer yang dapat melayang di lapisan stratosfir dan dapat dikontrol dari bumi akan jauh lebih mudah.

## V. KESIMPULAN

Semenjak diluncurkan satelit yang bisa memata-matai adanya lubang ozon di atmosfer. Satelit milik NASA, AS itu namanya *Nimbus-7*. Lubang Ozon, sekecil apapun bisa dideteksinya, mulai dari lapisan ozon yang ada 10 mil di atas permukaan bumi.

Ozon merupakan gabungan dari tiga atom oksigen. Sifatnya tidak stabil. Ia mampu merusak paru-paru dan mata. Apabila ozon ada dipermukaan bumi, ia jadi pelindung manusia dari serangan radiasi ultraviolet yang

GG5-87  
707  
P1

datangnya dari matahari. Kalau tidak ada lapisan ozon, entah apa yang terjadi dengan kehidupan di muka bumi ini. Lapisan ozon yang tipis saja, bisa menyebabkan radiasi ultraviolet menerobos ke bumi, dan bila kena kulit, mengakibatkan kanker kulit.

Konsentrasi ozon diukur dengan satuan *Dobson unit* (*DU*). Konsentrasi ozon yang normal di stratosfer sekitar 350 DU. Seribu DU sama dengan ketebalan satu centimeter lapisan ozon pada tekanan di atas permukaan laut. Lapisan ozon terusik gara-gara adanya zat yang disebut CFC (Kloro Fluoro Karbon). Reaksi perusakan ozon oleh CFC itu pertama kali diteliti oleh F. Sherwood Rowland dan rekan kerjanya dari Universitas California, AS.

CFC ini banyak dipakai sebagai pendingin, daya dorong pada kaleng penyemprot, dan sebagainya. Kebutuhan di dunia makin meningkat saja. CFC memang dibutuhkan, tetapi bila dibiarkan, bisa membahayakan umat manusia. Oleh karena itu protokol Montreal tahun 1990 mengusulkan agar pada tahun 2000 nanti sudah tidak lagi diproduksi CFC. Apakah kalau tidak ada CFC maka kulkas dan AC kita tidak bisa dingin lagi? Tentu saja tidak. Kini sudah ditemukan senyawa pengganti yang dipercaya tidak mengganggu ozon. Senyawa itu disebut HFC dan HCFC.

Disamping menciptakan senyawa pengganti CFC, para ahli juga sekarang ini berusaha membuat alat daur ulang CFC dan memproduksi ozon dengan *ozonizer*.

VI. DAFTAR BACAAN

1. Christian E. Junge, Air Chemistry and Radioactivity  
Academic Press New York and  
London 1983.
2. M. Stephen Stoker, Spencer L. Seager, Environmental  
Chemistry Air and Water Polution.  
Scoti foreman and Company  
Gleoview, Illinois.
3. Sumarno, Otto, Indonesia dalam Kaca Lingkungan Global.  
PT. Gramedia Pustaka Utama.  
Jakarta 1991
4. Tjahyono PK Boyong, Meteorologi ( diktat ). Dept.  
Geofisika dan Meteorologi FMIPA  
ITB Bandung. Bandung 1990
5. ----- , Majalah Aku Tahu , Edisi No.  
56 th.1987, No 65 th.1988, No 109  
th. 1992

