

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aluminium

Aluminium ditemukan oleh Sir Humphrey Davy pada tahun 1809 sebagai suatu unsur, dan pertama kali direduksi sebagai logam oleh H. C. Oersted tahun 1825, secara industri tahun 1886, Paul Heroult di Perancis dan C. M. Hall di Amerika Serikat secara terpisah telah memperoleh logam Aluminium dari alumina dengan cara elektrolisis dari garamnya yang terfusi. Sampai sekarang proses Heroult Hall masih dipakai untuk memproduksi aluminium. Penggunaan aluminium sebagai logam setiap tahunnya adalah pada urutan yang kedua setelah besi dan baja, yang tertinggi diantara logam fero. Produksi aluminium tahunan didunia mencapai 15 juta ton pertahun pada tahun 1981.

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Sebagai tambahan terhadap kekuatan mekanikanya yang sangat meningkat dengan penambahan Cu, Si, Mg, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya secara satu persatu atau bersama-sama, memberikan juga sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien pemuaian rendah dan sebagainya. Material ini dipergunakan di dalam bidang yang luas bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, kereta api dan sebagainya. Sifat-sifat fisika Aluminium ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Sifat –sifat fisik aluminium

Sifat –sifat	Kemurnian Al (%)	
	99,996	>99,0
Masa jenis (20 ^o C)	2,6989	2,71
Titik cair	660,2	653-657
Panas jenis (cal/g. ^o C) (100 ^o C)	0,2226	0,2297
Hantaran listrik (%)	64,94	59(dianil)
Tahanan listrik koefisien temperatur (/ ^o C)	0,00429	0,0115
Koefisien pemuai (20-100 ^o C)	23,86 x 10 ⁻⁶	23,5 x 10 ⁻⁶
Jenis kerystal, konstanta kisi	Fcc,a = 4,013 kX	Fcc,a = 4,04 kX

Tabel 2.2 Sifat –sifat fisik aluminium

Sifat	Penggunaan
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lunak dan liat ▪ Masa jenis rendah ▪ Lapisan tahan – korosi ▪ Tahan – kimia ▪ Daya hantar panas baik ▪ Refleksi panas besar ▪ Daya antar listrik baik ▪ Sukar dituang ▪ Sukar dilas dan dipatri 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengolahan perubahan bentuk, gelang paking ▪ Bangunan pesawat dan sebagainya ▪ Pencegah korosi ▪ Bahan isolasi ▪ Kabel rentangan ▪ Bahan cat (cat Al) paduan Al (silumin dan duralin)

B. Seng

Seng adalah logam yang kedua setelah Cu yang diproduksi secara besar sebagai logam bukan besi. kekuatannya rendah, tetapi titik cairnya rendah dan hampir tidak rusak di udara biasa. Seng digunakan untuk pelapisan pada besi, juga dipergunakan sebagai bahan pelat batere kering dan untuk keperluan percetakan. Seng tahan korosi berkat lapisan kuat oksidasi seng oleh karena itu digunakan untuk penutup baja. Penutupan itu dapat dilaksanakan secara termis atau dilapis, seranisasi dan dialvanisasi. Seng adalah kurang mulia dari besi sehingga pada

kerusakan seng melarut, kerusakan seakan-akan ditutup dan pencernaan baja tercegah.

Zink atau Zinc atau lebih sering disebut seng adalah unsur kimia dengan lambang kimia Zn, nomor atom 30, unsur ke-4, massa atom relative 65,39, golongan 12, ion Zn^{2+} . Zink tidak diperoleh dengan bebas dialam, melainkan dalam bentuk terikat. Unsur ini bersifat elektropositif, konfigurasi elektron atom unsur ini $(Ar) 3d^{10} 4s^2$. Berdasarkan konfigurasi elektronnya yang mulai mengisi subkulit d setelah pengisian subkulit 4s, maka kelompok unsur ini termasuk unsur transisi yang disebut golongan B, maka Zn^{+2} atau IIB.

Unsur ini bersifat logam, logam memiliki ikatan logam, ikatan ini menggambarkan adanya kation-kation logam yang kaku atau lautan elektron, sehingga elektron valensi dapat bergerak bebas keseluruhan bagian kristal logam. Apabila permukaan logam dikenai cahaya, maka elektron-elektron logam akan tereksitasi, ketika elektron yang tereksitasi ini kembali ke keadaan dasar, maka dipancarkan energi cahaya dengan panjang gelombang tertentu didaerah cahaya tampak. Cahaya yang dipancarkan ini diamati sebagai kilap logam. Kisi logam khas untuk setiap logam karena konfigurasi elektron setiap logam berbeda.

Produk terkenal yang terbuat khusus dari seng atau dari baja yang ditutup dengan seng adalah lapisan atap, talang dan pipa pembuangan. Dalam teknik listrik, seng dalam bentuk silinder tuangan, digunakan sebagai kutub negatif dari elemen galvani. Dari paduan seng dapat kita sebut samak. Samak adalah paduan dari seng, aluminium, maknesium dan tembaga. Paduan ini dipergunakan untuk pembuatan alat bagian mobil. Seng sebagai unsur paduan dipergunakan dalam

banyak paduan non-ferro. Contoh terkenal adalah loyang, tembaga patri dan perak patri. Sifat – sifat fisik Seng dan Aluminium dan Pengestrakan logam ditunjukkan pada tabel 2.3, 2.4, dan 2.5:

Tabel 2.3 Sifat –sifat fisik seng

Sifat- sifat	Penggunaan
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rapuh dibawah suhu $100^{\circ}C$ dan diatas $150^{\circ}C$ ▪ Dapat dituang baik ▪ Lapisan tahan korosi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ bahan cat, paduan seng, unsur paduan dalam non ferro ▪ Penutup atap dan sebagainya

Tabel 2.4 Pengekstrakan logam daripada bijihnya dalam industri

Logam	Kaedah Pengekstrakan	Catatan
Kalium	Elektrolisis klorida logam lebur	Logam-logam yang sangat reaktif
Natrium		
Kalsium		
Magnesium		
Aluminium	Elektrolisis aluminium oksida lebur	
Zink	Penurunan oksida logam oleh karbon	Logam-logam yang kurang reaktif
Besi		
Stanum		
Plumbum		
Kuprum	Pemanasan sulfida logam dalam udara	
Merkuri		
Argentum	Wujud sebagai unsur logam dalam kerak bumi	
Emas		

Sifat-sifat	Al	Zn
Titik leleh °C	660,4	419,6
Titik didih °C	2467	907
Elektron	$3s^2 3p^1$	$3d^{10} 4s^2$
Jari-jari logam, pm	143	
Jari-jari ion, pm		
M^-	-	
M^+	50	
Pontensial elektroda, E^0 , V		
$[M^{3+}(aq) + 3e^- \rightarrow M(p)]$	-1,66	
$[M^+(aq) + e^- \rightarrow M(p)]$	-	
Rapatan, g/cm^3		7,14
Jari-jari atom	1,43 Å	133 pm
Energi ionisasi		
Pertama	139 (kkal/mol)	906 (kJ/mol)
Kedua		1703 (kJ/mol)
Bilangan oksidasi utama (p)		+2
Pontensial elektroda E^0 , V		
$[M^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow M]$		-0,763
$[M_2^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow 2M]$		-

C. Iklim

Iklim adalah keadaan cuaca rata-rata selama bertahun-tahun pada suatu daerah iklim diperhitungkan antara 10 tahun sampai dengan 30 tahun, dengan memperhatikan faktor-faktor yang menentukan cuaca dan perubahannya sepanjang tahun.

Terjadinya iklim yang berbeda-beda antara lain disebabkan terjadinya rotasi dan revolusi bumi perbedaan lintang geografis dan lingkungan perbefisis.

Perbedaan iklim yang disebabkan terjadinya perbedaan suhu harian dan tahunan

matahari perbedaan lintangan geografis dan lingkungan perbedaan fisis menyebabkan perbedaan jumlah dalamanya penerimaan panas matahari di bumi, yang dibedakan Iklim. Berdasarkan letak lintang, dua sudut pandang iklim yaitu :

1. Iklim solar adalah klasifikasi iklim berdasarkan pada perbedaan penyinaran matahari, iklim solar membagi bumi atas 3 zone yaitu :

a) Zone iklim tropik, antara $23\frac{1}{2}^{\circ} LU - 23\frac{1}{2}^{\circ} LS$

b) Zone iklim sedang, antara $23\frac{1}{2}^{\circ} LU - 66\frac{1}{2}^{\circ} LU$ dan

$$23\frac{1}{2}^{\circ} LS - 66\frac{1}{2}^{\circ} LS$$

c) Zone iklim kutup antara $66\frac{1}{2}^{\circ} LU - 90^{\circ} LU$ dan $66\frac{1}{2}^{\circ} LS - 90^{\circ} LS$

2. Iklim termik adalah batas ketiga iklim solar yang berbentuk garis Isoterm pada bulan terpanas dan pada bulan terdingin di belahan bumi yang bersangkutan.

a) Zone iklim tropis, antara Isoterm $18^{\circ}C$ pada bulan terdingin di belahan utara dan selatan. Suhu bulanan didaerah tropis minimum $18^{\circ}C$.

b) Zone iklim kutup antara Isoterm $10^{\circ}C$ pada bulan terpanas dengan titik kutup, suhu bulanan tertinggi $10^{\circ}C$.

c) Berdasarkan arah bujur dibedakan 7 zone iklim dinamakan

- 1) Zone khtulistiwa basah, curah hujan rata-rata tahunan diatas 2000 mm, terutama dari hujan konfeksi.
- 2) Zone timur daerah tropis, curah hujan rata-rata 1500-2000 mm, terutama dari hujan pegunungan dari tiupan angin pasat.
- 3) Zone gurun tropis, curah hujan rata-rata kurang dari 250 mm bahkan kurang dari 50 mm, berasal dari hujan konfeksi yang sangat tidak teratur.
- 4) Zone gurun dan satepa lintang tengah, curah hujan rata-rata kurang dari 50 mm, bahkan kurang dari 100 mm, karena letaknya pada bayangan hujan dari tiupan angin.
- 5) Zone subtropics lembab, curah hujan rata-rata 1000 mm-1500 mm berasal dari hujan yang dibawah *cykloon* tropis
- 6) Zone pantai barat lintang tengah, curah hujan rata-rata diatas 2000 mm dari hujan pegunungan yang berasal dari barat.
- 7) Zone arktik dan gurun kutub, curah hujan rata-rata dibawah 30 mm, karena suhu yang sangat rendah udara tidak dapat menampung uap air.

Sederhanakan. Kerjakan berdasarkan klasifikasi iklim dalam 5 golongan

a. Iklim A (Iklim hujan tropis)

Suhu rata-rata bulan diatas 18°C , tidak mempunyai musim dingin dan curah hujan tinggi, curah hujan lebih besar dari pada penguapan.

b. Iklim B (Iklim kering)

Penguapan lebih besar daripada curah hujan tiap tahun, karena tidak ada kelebihan air, maka tidak ada aliran sungai permanen.

c. Iklim C (Iklim sejuk, lembab-mesa-termal) Suhu rata-rata

bulan terdingin antara $3^{\circ}\text{C} - 18^{\circ}\text{C}$.

d. Iklim D (Iklim hutan salju-mikro-termal) Suhu rata-rata bulan

terdingin kurang dari -3°C , bulan terpanas lebih dari 10°C .

e. Iklim E (Iklim kutub) Suhu rata-rata bulan terpanas dibawah

10°C .

Sedangkan menurut Junghunn pembagian iklim menurut Junghunn

ada 4 macam antara lain :

1. Zone panas atau tropis

Ketinggian tempat 0-600 m dari permukaan laut. suhu $26,3^{\circ}\text{C}$ -
 22°C .

2. Zone sedang

Ketinggian tempat 600 m dari permukaan laut. Suhu $26,3^{\circ}\text{C}$

3. Zone sejuk

Ketinggian tempat 1500 m - 2500 m dari permukaan laut. Suhu $17,1^{\circ}\text{C} - 11,1^{\circ}\text{C}$.

4. Zone dingin

Ketinggian tempat 2500 m keatas. Suhu $11,1^{\circ}\text{C} - 6,2^{\circ}\text{C}$.

D. Matahari

Adalah bintang terdekat dari bumi dan merupakan pusat tata surya. Matahari dikelilingi oleh galaksi yang ada di tata surya, yang terdiri dari sembilan planet dan benda-benda luar angkasa lainnya. Oleh karena itu matahari dapat juga digolongkan dengan bintang.

Bagi kehidupan mahluk hidup di bumi keberadaan matahari sangat berarti. Matahari sangat memberikan panas dan cahaya yang diperlukan untuk menopang kehidupan di bumi. Matahari sebagai bintang memiliki ukuran sedang dibandingkan dengan bintang lain yang memiliki, ukuran lebih besar, lebih berat, lebih panas, dan lebih terang. Matahari bagi kita merupakan bintang yang paling besar, paling panas, dan paling cerah cahayanya karena letak matahari paling dekat dengan bumi dibandingkan dengan dengan bintang-bintang lainnya. Jarak bumi matahari 149.600.000 KM. Bintang kedua yang terdekat dengan bumi, yaitu Alpha Centauri memiliki jarak 40.000.000.000.000 KM (40 triliun)

1. Unsur-unsur Penyusun Matahari ditunjukkan seperti pada tabel 2.6

Table 2.6 Unsur-unsur penyusun matahari

Unsur	Persentase dari massa matahari (%)
Hidrogen(H)	76,4
Helium(He)	21,8
Oksigen(O)	0,8
Karbon(C)	0,4
Neon(Ne)	0,2
Besi(Fe)	0,1
Nitrogen(N)	0,1
Silikon(Si)	0,08
Magnesium(Mg)	0,07
Sulfur(S)	0,05
Nikel(Ni)	0,01

Secara keseluruhan. Matahari terdiri atas campuran atom-atom gas dan partikel elementer, yaitu elektron, proton, neutron, positron dan neutron. Seluruh materi tersebut dalam keadaan terionisasi akibat suhu di matahari yang sangat tinggi, sehingga terbentuk plasma akibat suhu tinggi tersebut, di matahari tidak memungkinkan terjadinya senyawa kimia.

2. Suhu Matahari

Untuk melakukan pengukuran suhu matahari secara langsung tidak dapat, karena untuk sampai disana diperlukan suatu teknologi tinggi, disamping itu sulit untuk mendekati matahari karena suhunya sangat tinggi. Untuk memperoleh suatu gambaran yang mendekati kenyataan, dipergunakan metode-metode pengamatan dan berbagai teori untuk

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

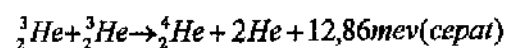
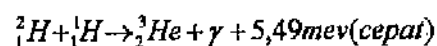
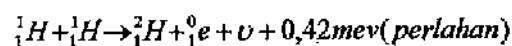
informasi bahwa suhu dipusat matahari adalah 15×10^6 K. Dengan suhu sebesar itu reaksi fusi dapat berlangsung.

Suhu dipermukaan matahari dapat ditentukan dengan menggunakan teori pergeseran wien yaitu dengan mengamati maksimum permukaan matahari dari hasil pengamatan diperoleh bahwa panjang gelombang pada saat pemancaran energi maksimum terdapat pada warna kuning dengan panjang gelombang sekitar 510×10^{-9} m. Dengan menggunakan teori pergeseran wien didapatkan suhu permukaan matahari (fotosfer) kira-kira 5700 K.

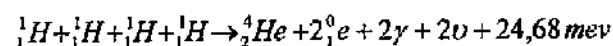
3. Energi Matahari

Dapat dirasakan sampai ke bumi dalam bentuk energi kalor. Asal energi matahari adalah dari peristiwa reaksi fusi yang terjadi didalam inti matahari. Dalam tiap tahapan reaksi fusi, diubah defek masa menjadi energi serta dibebaskan sejumlah energi.

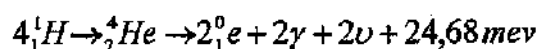
Reaksi fusi yang terjadi dalam matahari disebut rantai proton yaitu



Jika kedua reaksi pertama dikalikan 2 dan dijumlahkan dengan reaksi ketiga maka didapatkan reaksi akhir.



atau



Dari reaksi fusi diatas, defek massa diubah menjadi energi, sesuai dengan rumus Einstein $E = m \cdot c^2$ setiap detik 630 juta ton Hidrogen ($\text{}^1_1\text{He}$) dalam inti matahari diubah menjadi 625,4 juta ton Helium ($\text{}^4_2\text{He}$), dengan membebaskan energi yang setara dengan defek massa sebesar 4,6 juta ton. Dengan berkurangnya masa sebesar 4,6 juta ton tiap sekon, diperkirakan matahari masih memancarkan energi selama 5 miliar ton lagi.

Spektrum energi yang diterima Bumi sangatlah lebar, meskipun sebagian besar berada dalam rentang panjang gelombang tampak (400-700 nm). Kontribusi pancaran energi juga berasal dari riak panjang gelombang inframerah (lebih besar dari 700 nm) dan ultra violet (kurang dari 400 nm). Integrasi jumlah energi matahari yang diterima di bumi ataupun di orbit bumi dalam spektrum yang luas tersebut disebut iradiansi matahari atau seringkali juga dikenal dengan konstanta matahari. Besaran tersebut merupakan energi yang diterima per satuan luas per satuan waktu atau dapat dinyatakan dalam satuan W/m^2 . Kesulitan pengukuran iradiansi matahari adalah sangat kompleksnya dinamika atmosfer bumi yang berubah terhadap waktu, misalkan kelimpahan gas ozon, uap air dan karbondioksida. Problema gangguan atmosfer ini dapat sebagian dipecahkan, yaitu dengan mengirimkan instrumen pengukurannya dalam satelit yang mengorbit bumi atau diletakkan dalam roket yang diluncurkan

ke luar lapisan atmosfer. Besar irradiansi berdasarkan pengukuran satelit adalah 1368 W/m^2 .

4. Insolasi

Berbeda dengan irradiansi matahari, jumlah energi matahari yang sampai per satuan luas permukaan bumi per satuan waktu untuk daerah tertentu disebut insolasi. Perbedaan lokasi dan musim, selain jarak bumi dan matahari, menyebabkan variasi sekitar 7% per tahun. Harga insolasi berkurang akibat adanya molekul maupun partikel debu di atmosfer bumi, misalkan air, karbondioksida, ozon, dan lain-lain. Molekul tersebut akan menyerap atau menghamburkan radiasi matahari, sehingga harganya lebih kecil dari irradiansi matahari yang ditentukan dari satelit yang berada di luar atmosfer bumi. Harga insolasi sekitar 20% lebih kecil dibandingkan harga irradiansi. Insolasi tahunan terbesar sekitar 300 W/m^2 diperoleh dengan lokasi gurun Sahara, sedangkan harga terkecil 100 W/m^2 di daerah kutub. Indonesia mempunyai insolasi sekitar 200 W/m^2 .

5. Susunan Matahari

a) Inti matahari

Inti matahari adalah bagian dalam matahari merupakan pusat terjadinya energi yang berasal dari reaksi fusi rantai proton. Suhu inti matahari berkisar $15 \times 10^6 \text{ K}$ energi yang dihasilkan dari reaksi fusi

dipusat matahari dirambatkan sampai kepermukaan matahari dengan 2 cara sebagai berikut.

1) Radiasi

Pada suhu $15 \times 10^6 \text{K}$, partikel yang ada pada inti matahari berupa plasma atau (Gas panas) melakukan reaksi fusi sehingga menghasilkan energi yang kemudian diradiasikan kepermukaan matahari.

2) Konveksi

Perambatan energi secara konveksi terjadi dari bagian dekat permukaan matahari.

b) Fotosfer

Batas bagian luas dari fotosfer merupakan pinggiran (tepi) cakram matahari yang terlihat oleh mata seperti cahaya putih oleh karena itu, fotosfer juga disebut cakram matahari. Lapisan terdiri dari hidrogen, helium, dan elemen-elemen berat yang terbanyak adalah Karbon, Oksigen, Nitrogen dan Neon. Fotosfer adalah merupakan lapisan matahari yang memiliki kedalaman sekitar 320 KM atau $1/2000$ jari-jari matahari. Suhu fotosfer kira-kira 6000 K dan berkurang menjadi 4300 K pada fotosfer bagian luar. Pada lapisan ini gas-gas panas memancarkan cahaya dengan intensitas yang cukup kuat sehingga cahaya fotosfer terlihat dari bumi berwarna kuning. Fotosfer terlihat berbentuk butiran-butiran kecil, butiran-kecil itu merupakan masa dari

c) Kromosfer

Lapisan diatas fotosfer disebut atmosfer matahari. Atmosfir ini sebagian besar terdiri dari gas hidrogen atmosfer matahari terdiri dari 2 lapisan.

1. Kromosfer atau bola warna

Berada dekat dengan fotosfer menjulang setinggi 12 000 Km diatas fotosfer dengan ketebalan 2500 Km bagian atas kromosfer memiliki suhu lebih dari 10000 K.

2. Karona atau mahkota

Karona merupakan lapisan atas atau sebelah luar. Lapisan ini tidak dapat dilihat dari bumi karena intensitas cahaya tidak sekuat intensitas yang berasal dari fotosfer dan efek atmosfer bumi merintangi pengamat yang ada di bumi untuk melihat kromosfer dan korona. Lapisan yang terdapat diatas kromosfer disebut lapisan karona. Lapisan itu jauh lebih panas dibandingkan dengan lapisan kromosfer kira-kira 2×10^6 K untuk daerah luarnya walaupun letak karona lebih jauh dari inti matahari. Dibandingkan dengan lapisan fotosfer, suhu lapisan karona lebih tinggi dibandingkan suhu lapisan fotosfer.

Lapisan atmosfer matahari ini tampak waktu terjadinya gerhana matahari total. Kenampakannya yang sangat mengagumkan hanya dapat dinikmati beberapa menit pada saat totalitas, sehingga banyak orang menyaksikan secara langsung dalam berbagai macam budaya. Struktur yang

dinamis dengan garis-garis lengkung yang berbeda untuk setiap gerhana mencapai ketinggian beberapa kali radius matahari. Sesuai dengan hukum-hukum fisika, pada awalnya orang menduga bahwa temperatur dalam korona kurang lebih sama dengan fotosfer, tetapi dari pengamatan gerhana matahari total pada tahun 1930 diperoleh garis-garis dalam spektrum dari unsur baru yang belum dikenal pada saat itu yang disebut Coronium. Misteri unsur Coronium ini akhirnya terpecahkan pada tahun 1939 oleh Walter Grotrian, seorang warganegara Berlin, yang menunjukkan garis-garis spektrum Coronium tidak lain berasal dari unsur besi yang telah kehilangan sembilan atau sepuluh elektronnya. Dengan tingkat ionisasi yang tinggi, temperatur korona mencapai jutaan Kelvin. Penemuan Grotrian tidak lepas dari hasil pengamatan Bengt Edlén pada nova RR Pictoris yang menunjukkan garis spektrum besi dengan enam elektron yang hilang. Bengt Edlén sendiri pada tahun 1942 menemukan garis-garis dari unsur lainnya pada lapisan korona, diantaranya Kalsium dengan 11 dan 12 elektronnya telah hilang. Dengan temperatur orde juta Kelvin, lapisan korona dapat memancarkan radiasi sinar-X dan ultra-ungu jauh (extreme ultra violet).

Struktur magnetik jelas terlihat saat gerhana matahari total terjadi, seperti dalam gambar sebelumnya. Lengkungan yang membentuk busur, yang mencerminkan garis-garis medan magnetik antara dua kutub berbeda, dengan mudah terlihat. Demikian pula dalam kenampakan sinar-X ataupun

Struktur lapisan korona

merupakan perpanjangan dari lapisan atmosfer di bawahnya, yaitu kromosfer dan fotosfer yang penuh dengan aktivitas medan magnetik. Secara keseluruhan, kira-kira 10% pancaran radiasi matahari keluar menuju ruang antar planet, sedangkan 90% lainnya tetap tersimpan dalam busur-busur magnetik. Dalam kenampakan sinar-X daerah terang dengan temperatur tinggi umumnya berasosiasi dengan busur-busur magnetik. Selain itu juga terlihat ada daerah yang gelap. Daerah gelap ini disebut lubang korona (coronal hole). Topologi medan magnetik lubang korona adalah garis-garis medan magnetik terbuka atau tidak membentuk busur-busur medan magnetik. Topologi terbuka lainnya terlihat dari kenampakan polar plumes. Akibatnya partikel bermuatan seperti ion dan elektron ke luar dengan kecepatan tinggi sekitar 600 km/s menuju ruang antar planet, bahkan dapat mencapai bumi. Aliran partikel bermuatan ini dikenal sebagai angin matahari.

Misteri yang belum terungkap sampai sekarang adalah problem pemanasan korona. Mengapa lapisan korona dapat mempunyai temperatur lebih dari satu juta Kelvin, sedangkan lapisan di bawahnya, yaitu fotosfer hanya 6000 K. Dilihat dari struktur korona dengan pola-pola medan magnetik dominan, pemanasan korona terjadi akibat proses pelepasan energi (disipasi). Skenario lain adalah bersumber dari ledakan matahari skala kecil yang sering terjadi di lapisan kromosfer. Energi yang

6. Angin Matahari

Kenampakan ekor komet yang semakin panjang dalam perjalanannya mendekati matahari, merangsang pemikiran Ludwig Biermann pada tahun 1953 akan adanya aliran ion yang berkesinambungan dari matahari. Saat itu pula mulai disadari bahwa lapisan korona matahari menjangkau ruang antar planet. Konsep korona matahari yang mengembang sampai ke bumi dengan jarak 150 juta kilometer atau bahkan ke planet yang lebih jauh diyakini sebagai sebab terbakarnya inti komet. Sydney Chapman kemudian membuat model hidrostatis korona matahari yang mengembang. Kondisi hidrostatis mengasumsikan tekanan gas selalu mencapai kesetimbangan dengan gaya gravitasi. Aliran panas menjalar sejauh satu satuan astronomi secara konduksi. Model ini dapat menghasilkan temperatur 200.000 K dan kerapatan $10^8 - 10^9$ proton/m³. Kelemahan model hidrostatis ini adalah tekanan gas masih sangat besar dan konstan untuk jarak yang semakin jauh dari matahari. Untuk mengatasi problema ini Eugene N. Parker tahun 1958 mengusulkan model non hidrostatis. Dengan model ini maka untuk jarak yang jauh dari matahari, gaya gravitasi matahari semakin kecil sehingga tidak dapat menahan tekanan gas yang masih cukup besar. Akibatnya plasma dalam korona akan bebas mengembang. Hasil pengamatan gerhana matahari total juga memperlihatkan struktur korona yang tidak homogen dalam temperatur maupun kerapatan partikel. Fakta ini mendukung asumsi tidak

berlakunya kondisi hidrostatis. Solusi model Parker meramalkan aliran ion atau elektron mampu menembus kecepatan 700 km/s, saat sampai ke bumi. Kecepatan ini jauh lebih besar daripada kecepatan suara sebesar 150 km/s, sehingga merupakan aliran dengan kecepatan supersonik. Parker kemudian menggunakan pertama kali istilah angin matahari untuk aliran supersonik ini. Keberadaan angin matahari akhirnya dapat dibuktikan dengan pengamatan satelit Mariner 2 dalam misinya menuju planet Venus. Pengukuran angin matahari selama 3 bulan memberikan informasi variasi kecepatan supersonik antara 300-700 km/s dengan kuat medan magnetik sebesar 5 nT (kuat medan magnetik bumi sebesar 60 μ T). Peranan medan magnetik adalah sebagai media penyearah penjalaran energi. Konduksi panas tersalurkan sepanjang garis gaya magnetik ini. Kecepatan aliran yang menjalar dalam garis gaya medan magnetik disebut kecepatan Alfvén. Kecepatan yang bergantung kuat medan magnetik ini dapat mencapai 500-1000 km/s.

Angin matahari mencapai kecepatan maksimum saat fase minimum siklus matahari. Hal ini dibuktikan dari pengamatan satelit Vela dan IMP (*Interplanetary Magnetic Platform*) pada tahun 1967 (fase maksimum) dan tahun 1974 (fase minimum). Kedua satelit memperoleh variasi kecepatan angin matahari yang berbeda. Kecepatan berubah dari 300 km/s saat fase maksimum menjadi 700 km/s ketika fase minimum. Kecepatan tersebut bertahan selama beberapa hari. Skylab tahun 1974 juga mendeteksi aliran angin matahari dengan kecepatan 750 km/s. Sedangkan kecepatan partikel

angin matahari bertambah pada waktu kecepatan tinggi terjadi yang berarti saat fase minimum. Kembali ke struktur medan magnetik korona waktu siklus matahari minimum yang tampak tenang dengan sedikit lengkungan-lengkungan raksasa medan magnetik. Seperti analogi kipas angin yang berotasi pada arah tertentu. Saat kipas angin mengarah ke badan kita, terasa angin berhembus kencang.

Seperti halnya pesawat supersonik Concorde yang menghasilkan suara menggelegar akibat terjadinya gelombang kejut. Kecepatan supersonik angin matahari juga menghasilkan gelombang kejut. Satelit Helios 1 dan Helios 2 dari Jerman yang diluncurkan tahun 1976 mendeteksi adanya variasi kecepatan dan kerapatan proton yang berubah secara tiba-tiba. Efek kompresi ini dapat diindikasikan sebagai gelombang kejut. Setelah diketahui matahari sebagai titik asal angin matahari. Bagian mana di matahari yang dapat dianggap sebagai sumber keluarnya angin matahari Kesulitan besar yang pertama kali menghadang adalah tidak diketahuinya trayektori penjalaran angin matahari. Skylab pertama kali melihat hubungan antara lubang korona matahari dengan angin matahari kecepatan tinggi. Fenomena aktivitas matahari seperti ledakan matahari maupun lontaran massa dari korona (CME = *Coronal Mass Ejection*) mempunyai kaitan erat dengan angin matahari. Demikian pula topologi medan magnetik terbuka, sebagai jalur angin matahari kecepatan tinggi.

Komposisi angin matahari secara umum terdiri dari proton dan elektron (atom hidrogen yang terionisasi sempurna). Misi ruang angkasa

Apollo dalam perjalanannya ke bulan membawa informasi adanya ion Helium, Oksigen dan Besi. Semuanya dalam keadaan terionisasi tingkat tinggi, karena berasal dari lapisan korona dengan temperatur lebih dari 1.000.000 K.

Energi yang dibawa keluar angin matahari sebesar $3,6 \cdot 10^{12}$ proton/m²/s, sedangkan fluks energinya sebesar 0,003 W/m² atau hanya seper sejuta kali dari iradiansi matahari. Massa matahari yang hilang akibat angin matahari per tahun sebesar $5 \cdot 10^{16}$ kg atau hanya $2,5 \cdot 10^{-14}$ kali massa matahari.

Penjelajah ruang antar planet Pioneer 10 dan 11, serta perjalanan monumental Voyager 1 dan 2 mendeteksi kecepatan supersonik angin matahari sampai sejauh 40 SA dengan kerapatan yang sangat rendah yaitu 1000 partikel/m³. Sampai sejauh manakah atmosfer matahari atau heliosfer kita Diperkirakan kecepatan supersonik dapat bertahan sampai sejauh 100 SA, jauh lebih besar dari skala tata surya, dan setelah itu mulai bergeser menjadi kecepatan subsonik . Garis tengah lingkaran dapat mencapai 4000 km. Partikel kecepatan tinggi angin matahari akan terjebak dalam medan magnetik bumi (magnetosfer) dan bergerak spiral ke bawah menuju lapisan ionosfer pada ketinggian 90-130 km. Warna-warni aurora yang indah, dengan warna merah dan hijau berasal dari eksitasi atom Oksigen dan Nitrogen selambara 6700 \AA (merah) dan 6577 \AA (hijau)

7. Siklus Matahari

Aktivitas matahari mempunyai skala waktu yang sangat bergama, yaitu mulai rentang kurang dari satu detik sampai jutaan tahun. Ledakan matahari, misalnya dalam waktu kurang dari satu detik sanggup mendidihkan plasma sampai temperatur beberapa puluh juta derajat Celcius. Skala waktu jutaan tahun diketahui dari proksi nisbah isotop Karbon cincin-cincin pohon maupun lapisan tanah atau es yang dalam.

Dari beberapa aktivitas matahari, terlihat struktur dan interaksi medan magnetik. Berarti pula pemahaman sepenuhnya arti fisis aktivitas matahari tidak terlepas dari interaksi medan magnetik dan non-magnetik (misalkan aliran konveksi) secara lokal maupun global. Secara sederhana siklus aktivitas matahari dengan perioda 11 tahun jumlah rata-rata bintik matahari, dengan sendirinya merupakan siklus magnetik yang digerakkan oleh interaksi medan magnetik. Pertanyaan yang masih tersimpan adalah bagaimana peran medan magnetik dalam menggerakkan tungku raksasa matahari ini sehingga dapat menghasilkan energinya dan menampakkan fenomena-fenomena yang luar biasa dengan periode tertentu.

Siklus matahari pertama kali diperlihatkan oleh Heinrich Schwabe pada tahun 1843. Secara kuantitatif Rudolf Wolf mendefinisikan jumlah bintik matahari yang diamati pada piringan matahari. Jumlah bintik matahari dari hasil pengamatan dalam riak panjang gelombang kasat mata sering direpresentasikan dalam bilangan Wolf yaitu :

$$R = k (10g + f)$$

Keterangan:

- g : jumlah kelompok bintik matahari
- f : jumlah bintik matahari tunggal
- k : factor koreksi visibilitas bintik matahari untuk setiap tempat pengamatan

Dalam satu siklus, piringan matahari menampilkan jumlah bintik matahari yang bervariasi. Saat fase maksimum jumlah bintik matahari dapat mencapai lebih dari 200, Antara puncak-puncak jumlah maksimum bintik matahari mempunyai rentang waktu 9 – 13 tahun. Rata-rata panjang siklus matahari adalah 11 tahun, sehingga dikenal dengan siklus bintik matahari 11 tahun. Jika tahun 1843 dianggap sebagai tonggak pengamatan bintik matahari secara sistematis, maka telah dilakukan 200 tahun pengumpulan data untuk penyelidikan siklus matahari. Akan tetapi sampai sekarang siklus matahari masih terbuka untuk berbagai pertanyaan yang belum terjawab. Keterkaitan siklus matahari dengan iklim maupun komposisi kimia atmosfer planet-planet dalam tata-surya menambah rantai pertanyaan menjadi lebih panjang.

Pengamatan modern medan magnetik matahari dipelopori oleh George E. Hale yang menyimpulkan bintik matahari mempunyai kuat medan magnetik yang besar dan kelompok bintik matahari terbagi menjadi dua kutub magnetik. Bukti bintik matahari sebagai fenomena magnetik

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

magnetik. Pengamatan memperlihatkan pola-pola kutub magnetik matahari berubah dengan periode 22 tahun atau dua kali siklus 11 tahun bintik matahari. Temperatur bintik matahari lebih rendah dibandingkan sekitarnya. Saat fase maksimum terjadi, jumlah bintik matahari mencapai maksimum pula. Pengukuran iradiansi matahari saat siklus maksimum dan minimum hanya menunjukkan rentang perubahan sebesar 0,1%. Apakah perubahan sekecil itu memberikan pengaruh yang berarti dalam dinamika tata-surya. Masih diperlukan bukti-bukti ilmiah lebih lanjut untuk menjawab pertanyaan itu, terutama data yang dikumpulkan satelit penjelajah ruang antar planet.

E. Kalor

Kalor berasal dari kata caloric pada abad ke-18 dianggap suatu zat yang dapat mengalir seperti fluida. Teori caloric menyatakan “ Jika benda caloric-nya berkurang maka temperatur turun dan sebaliknya jika caloric-nya bertambah maka temperaturnya naik“. Artinya kalor menunjukkan kedekatannya dengan kerja dan energi dan ditimbulkan karena ada perbedaan temperatur. Kalor suatu benda/material dapat dinyatakan dengan :

$$Q = mc\Delta T \rightarrow dQ = mc\Delta T$$

Keterangan;

Q: dalam kolokalori(kkal) atau joule

m: massa benda

c: kalor jenis benda ($cal/cm^{\circ}C$), ($J/kg^{\circ}C$)

Hubungan antara kalor dengan energi mekanik adalah

$$1 \text{ kal} = 4,2 \text{ j}$$

$$1 \text{ J} = 0,42 \text{ kal}$$

Kapasitas panas didefinisikan sebagai energi yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu materi tiap satu derajat celsius.

$$Q = C\Delta T \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T} (\text{Kkal}/^\circ\text{C})$$

Kapasitas panas dapat dinyatakan sebagai kapasitas panas per mole atau kapasitas panas molar. Kapasitas panas ini ditunjukkan seperti pada tabel 2.7:

$$C_m = Mc$$

M : massa molar atau massa per mol

Maka kapasitas panas untuk n mol zat adalah $C = nC_m$

Tabel 2.7 Kapasitas panas

| Zat | C(kJ/kg [°] C) |
|------------------------|-------------------------|
| Aluminium | 0,900 |
| Tembaga | 0,386 |
| Es(-10 [°] C) | 2,05 |
| Alkohol(ethyl) | 2,4 |
| Air | 4,18 |

Perpindahan kalor dari benda yang mempunyai temperatur yang lebih

tinggi ke benda-benda yang temperatur lebih rendah dapat terjadi dalam tiga

1. Konduksi adalah perpindahan kalor yang terjadi pada suatu zat tanpa terjadi perpindahan materinya. Umumnya terjadi pada zat padat seperti pada logam/konduktor. Jumlah aliran energi mekanisme konduksi adalah

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Keterangan:

- I : laju konduksi termis(W)
 A : penampang (m)
 Δx : perubahan panjang (°C)
 ΔT : Perubahan temperatur(°C)
 k : koefisien konduksi termis(W/m.K)

2. Konveksi adalah perpindahan kalor yang disertai dengan perpindahan materinya. Umumnya terjadi pada benda cair dan gas. Secara matematik persamaan untuk aliran konveksi cukup rumit karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu

- a) Aliran horisontal atau vertikal
- b) Aliran laminer atau turbulen
- c) Permukaan rata atau melengkung
- d) Jenis fluidanya, zat cair atau gas
- e) Sifat-sifat fluida seperti kerapatan, viskositas, kalor jenis
- f) Terjadi evaporasi atau kondensi

Secara praktisnya, aliran konveksi dapat dinyatakan

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = hA(T_1 - T_2)(T_1 - T_2)$$

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = Ah_{udara}(T_1 - T_2)(T_1 - T_2)$$

3. Radiasi adalah mekanisme pemaparan kalor suatu sumber kebenda lain berupa gelombang elektromagnetik (GEM). Laju radiasi suatu sumber kalor adalah

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4$$

Keterangan:

e : emisivitas benda dengan nilai antara $0 < e < 1$

σ : Konstanta Stefan-Boltzman ($5,6703 \times 10^{-8} W / m^2 K^4$)

Laju aliran kalor jatuh ke bumi dari matahari adalah $1350 W/m^2$ dan diterima atmosfer kira-kira sebesar 70% sehingga yang mencapai permukaan bumi dapat dinyatakan

$$I = (1000 W/m^2) eA \cos \theta$$

Dengan θ adalah sudut antara sinar matahari dan garis tegak lurus terhadap luasan

F. Sensor (Transducer PTC dan NTC)

Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi sesuatu dan sering berfungsi untuk mengukur magnitudo sesuatu. Sensor adalah jenis transducer yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, sinar, getaran dan ...

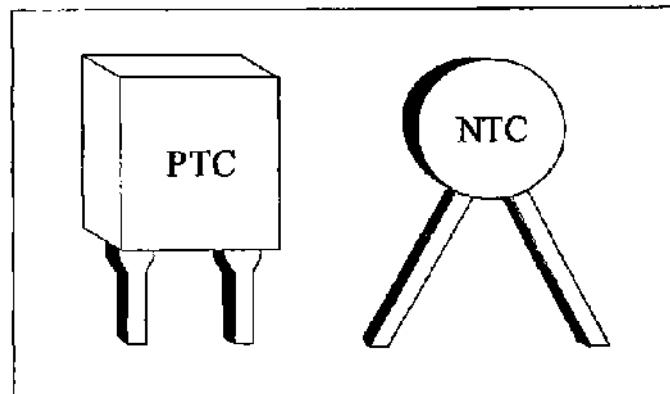
pengukur dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Sensor memberikan ekivalen mata, pendengaran, lidah untuk menjadi otak mikroprosesor dari sistem otomatisasi industri.

Transduser adalah alat yang mengubah energi dari suatu bentuk tertentu menjadi bentuk yang lain. Transduser dapat dibagi menjadi 2 kelas yaitu : transduser input dan transduser output. Transduser input mengubah energi non listrik menjadi energi listrik, misalnya: suara atau sinar, panas menjadi tenaga listrik. Transduser output bekerja sebaliknya, yaitu transduser tersebut mengubah energi listrik pada bentuk energi non listrik.

Transducer PTC (*Positive Temperature Coefficient*) dan NTC merupakan suatu jenis sensor yang dapat diaplikasikan dalam pengukuran suatu temperatur (suhu). Sensor jenis NTC adalah jenis sensor suhu yang dapat mengindera dengan tingkat ketelitian cukup tinggi, mempunyai keluaran tegangan sama dengan *celcius* ($V = ^\circ C$), temperatur cakupan PTC dan NTC beroperasi antara $0^\circ C - 100^\circ C$.

Sifat dari komponen NTC adalah Resistor yang nilai tahanannya akan menurun apabila temperatur sekelilingnya naik, sebaliknya nilai tahanannya akan bertambah besar apabila temperatur yang ada turun. PTC adalah Resistor yang nilai tahanannya akan menurun apabila temperatur turun, sebaliknya nilai tahanannya akan bertambah besar apabila temperaturnya yang ada naik.

Komponen PTC dan NTC biasanya dipergunakan sebagai sensor dalam



Gambar 2.1 Bentuk fisik PTC dan NTC

G. Benda hitam sempurna

Sebuah benda yang dapat menyerap semua radiasi yang mengenainya disebut benda hitam sempurna. Radiasi yang dihasilkan oleh sebuah benda hitam sempurna ketika dipanaskan disebut radiasi benda hitam. Perlu diingat bahwa benda hitam sempurna merupakan suatu model, jadi sebenarnya tidak ada sebuah benda yang berperilaku sebagai benda hitam sempurna. Berdasarkan nilai emissivitas (ϵ), maka benda hitam sempurna memiliki nilai $\epsilon = 1$