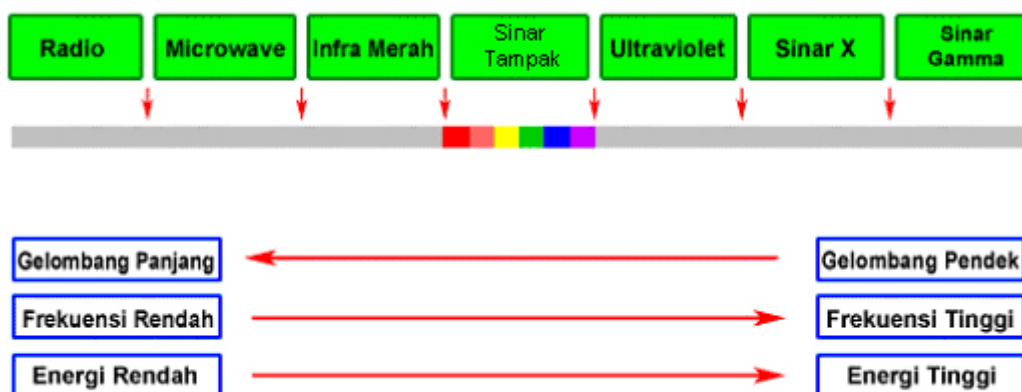


Microwave dan keistimewaannya

Begitu mendengar namanya saja, kita pasti langsung mengasosiasikan istilah ini dengan alat elektronik yang biasa dipakai di rumah untuk memasak dalam waktu singkat. *Microwave*. Tapi benarkah pengertian ini? Bahwa *microwave* adalah oven sakti yang mampu memasak makanan secara ekspres?

Sesuai namanya, *microwave oven* adalah oven yang menggunakan bantuan *microwave* (gelombang mikro) untuk memasak makanan. Apa arti istilah gelombang mikro ini? Sebenarnya gelombang ini merupakan gelombang radio, tetapi panjang gelombangnya lebih kecil dari gelombang radio biasa. Panjang gelombangnya termasuk *ultra-short* (sangat pendek) sehingga disebut juga mikro. Dari sinilah lahir istilah *microwave*.

Gelombang ini tidak dapat dilihat mata kita karena panjang gelombangnya (walaupun sangat kecil dibanding gelombang radio) jauh lebih besar dari panjang gelombang cahaya (di luar spektrum sinar tampak). Keduanya sama-sama terdapat dalam spektrum gelombang elektromagnetik (Gambar 1). Panjang gelombang cahaya berkisar antara 400-700 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$); sedangkan kisaran panjang gelombang mikro sekitar 1-30 cm ($1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$).



Gambar 1 Spektrum gelombang elektromagnetik

Gambar 1 menunjukkan bahwa panjang gelombang berbanding terbalik dengan frekuensi (semakin kecil panjang gelombang, semakin besar frekuensinya). Apa artinya ini? Kita harus menelusuri lagi cerita tentang gelombang radio.

Radio Sebagai Nenek Moyang *Microwave*

Bentuk awal radio lebih dikenal sebagai '*wireless telegraphy*' (telegrafi tanpa kabel). Istilah ini didapat karena pada masa itu (sekitar tahun 1900-an) masyarakat menganggap bahwa radio adalah suatu bentuk penyempurnaan dari telegraf. Teknologi ini digunakan untuk mengirim pesan dari suatu lokasi ke lokasi lain (*point-to-point*). Saat ini kita lebih mengenalnya sebagai *radio telephony* (bentuk telepon tanpa kabel) dan *radio broadcasting* (transmisi dari suatu stasiun pemancar ke berbagai tempat di dunia).

Penggunaan teknologi *point-to-point* dan *radio broadcasting* semakin lama semakin luas. Tetapi penggunaan gelombang radio yang termasuk *long waves* ini mendapatkan suatu masalah. Semakin banyak stasiun radio yang beroperasi, semakin besar kemungkinan terjadinya interferensi gelombang. Untuk menghindari ini, masing-masing stasiun radio diberikan frekuensi khusus untuk menyiarkan programnya. Tetapi lama-kelamaan terjadi *overcrowding* seiring dengan semakin bertambahnya stasiun radio yang memancarkan siarannya.

Ini mendorong para investor untuk memperbesar jangkauannya. Perusahaan-perusahaan besar mulai mencoba menggunakan *wireless telephony* untuk hubungan internasional antara Amerika Serikat dan Eropa. Saat melakukan penelitian untuk proyek-proyek besar itulah, mereka menemukan bahwa untuk jangkauan sedemikian luas dibutuhkan gelombang yang lebih pendek dari gelombang radio yang biasa mereka gunakan. Gelombang yang lebih pendek juga memungkinkan berkurangnya masalah *overcrowding* dan memberi kesempatan bagi penggunaan frekuensi yang sama untuk wilayah yang letaknya berjauhan tanpa terjadi interferensi (karena gelombangnya semakin melemah setelah beberapa ratus kilometer). Gelombang ini kemudian dikenal sebagai gelombang medium (*medium waves*). Salah satu contohnya adalah gelombang radio AM.

Dipersenjatai dengan berbagai peralatan yang canggih, para peneliti menemukan bahwa gelombang yang lebih pendek lagi mampu berkeliparan ke seluruh dunia secara lebih baik lagi. *Short waves* atau gelombang pendek ini memiliki panjang gelombang sekitar 10-100 m. Frekuensinya sekitar 3-30 MHz. Gelombang ini memungkinkan transmisi dari suatu lokasi ke lokasi lain yang berada di belahan dunia lain, hanya dengan menggunakan sumber tenaga beberapa Watt saja (sangat murah!).

Berdasarkan penemuan ini, peneliti-peneliti jadi semakin penasaran. Apa ya yang bakal didapatkan jika mereka bisa menggunakan gelombang yang bahkan lebih pendek lagi dari *short waves* ini? Itu kan berarti gelombangnya lebih pendek dari 10 m dan frekuensinya lebih tinggi dari 30 MHz! Dimulailah eksperimen-eksperimen untuk mendapatkan *ultra-short waves* atau *microwaves*.

The Physicists' War Menandai Lahirnya Teknologi Microwave

Perang Dunia II dikenal juga sebagai *The Physicists' War* karena saat itulah terjadi perlombaan antara para fisikawan untuk menelurkan teknologi paling canggih yang dapat digunakan untuk memenangkan perang. Satu teknologi yang menjadi pusat semua penemuan di masa itu adalah teknologi *Microwave*. Mengapa *microwave*? Karena *microwave* membuka jalan bagi lahirnya RADAR.

Cara kerja radar adalah dengan mengirimkan gelombang elektromagnetik menuju sasaran/target. Waktu yang dibutuhkan gelombang untuk mencapai sasaran dan kemudian memantul kembali ke pemancarnya dapat memberikan informasi tentang lokasi (jarak) obyek yang diamati itu. Satu hal terpenting yang menjadi kunci sukses radar adalah kemampuannya untuk 'melihat' dalam gelap. Tidak peduli siang atau malam, radar dapat dengan mudah mengidentifikasi suatu obyek, mulai dari lokasinya, gerak-geriknya, bentuknya, sampai temperaturnya. Teknologi radar menjadi sarana penting untuk keperluan navigasi di malam hari, di dalam air (kapal selam), dan di saat cuaca buruk. 'Mata' yang digunakan untuk 'melihat' dalam gelap ini adalah *microwave*.

Penggunaan teknologi ini semakin berkembang di dunia militer, bahkan sesudah perang berakhir. Peluru kendali dan bom dilengkapi dengan teknologi

radar sebagai alat kendalinya. Jaringan mata-mata internasional juga memanfaatkannya untuk berkomunikasi melalui satelit. Kini penggunaannya yang paling luas di militer adalah dalam teknologi *Global Positioning System* (GPS). GPS yang kita kenal dalam kehidupan sehari-hari hanya merupakan sebagian kecil aplikasi teknologinya di dunia militer.

Microwave di Sekitar Kita

Penggunaan *microwave* yang paling akrab dengan kita tentunya *microwave oven*. Benarkah begitu? Tidak juga!

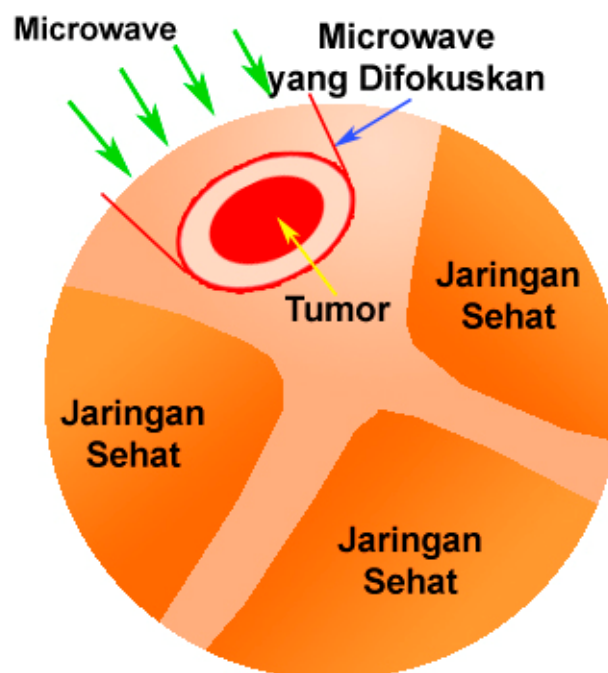
Sebenarnya sewaktu kita menggunakan telepon seluler, kita menggunakan *microwave*. Siaran televisi dari daerah-daerah terpencil bisa dilakukan dengan juga bantuan *microwave*. Data-data komputer juga dikirimkan melalui gelombang mikro ini. Jadi, tidak cuma *microwave oven* saja!

Microwave oven sendiri bisa bekerja begitu cepat dan efisien karena gelombang elektromagnetiknya menembus makanan dan mengeksitasi molekul-molekul air dan lemak secara merata (tidak cuma permukaannya saja). Gelombang pada frekuensi 2.500 MHz (2,5 GHz) ini diserap oleh air, lemak, dan gula. Saat diserap, atom tereksitasi dan menghasilkan panas. Proses ini tidak memerlukan konduksi panas seperti di oven biasa. Karena itulah prosesnya bisa dilakukan sangat cepat. Hebatnya lagi, gelombang mikro pada frekuensi ini tidak diserap oleh bahan-bahan gelas, keramik, dan sebagian jenis plastik. Bahan logam bahkan memantulkan gelombang ini. Ini memberi kesan *microwave oven* adalah oven pintar yang bisa memilih untuk memasak hanya makanannya saja, bukan wadahnya.



Gambar 2 Ini bukan *Microwave*, tetapi *Microwave Oven*

Di dunia kesehatan, *microwave* juga memegang peranan penting. Karakteristik yang dimanfaatkan adalah kemampuannya untuk menghasilkan energi panas. Hampir semua penggunaan *microwave* dalam dunia kesehatan berkaitan dengan pemanasan suatu jaringan tubuh. Prinsipnya mirip dengan *microwave oven*. Untuk menghancurkan tumor yang bersarang dalam tubuh, gelombang mikro diarahkan pada lokasi tumor (lokasinya bisa ditentukan menggunakan gelombang mikro juga, dengan prinsip yang sama seperti teknologi radar). Cairan tumor menyerap gelombang mikro sehingga terjadi eksitasi atom. Panas yang dihasilkannya bisa menghancurkan jaringan tumor tersebut secara tepat (tanpa melukai jaringan yang sehat). Proses ini tidak memerlukan pembedahan dan tidak sakit sama sekali.



Gambar 3 *Microwave* menyerang dan menghancurkan tumor

Penggunaan yang lebih dahsyat lagi adalah dalam dunia astronomi. Semua benda yang memancarkan gelombang mikro bisa diamati dan dipelajari karakteristiknya. Semua yang memiliki temperatur di atas 0 K (-273°C atau 0°

mutlak) pasti memancarkan gelombang mikro. Semakin tinggi temperaturnya semakin kuat gelombangnya. Ini berarti kita bisa mempelajari semua yang ada di jagad raya, termasuk lapisan atmosfer, ozon, planet-planet, dan bintang. Kita juga bisa memantau perubahan cuaca bumi dengan bantuan gelombang mikro ini.

Alat penerima gelombang mikro yang paling sensitif adalah radiometer. Jika radiometer diarahkan ke langit, alat ini bisa berfungsi sebagai *radiotelescope* (teleskop yang menangkap transmisi gelombang radio). Dua *radiotelescope* yang paling besar adalah *Arecibo* di Puerto Rico dan *Very Long Baseline Array (VLBA)* di New Mexico. Keduanya sangat terkenal dan pernah membintangi film *Contact* (Jodie Foster) sebagai alat penerima gelombang mikro yang ditransmisikan oleh makhluk luar angkasa!



Gambar 4 *Radiotelescope* dalam salah satu adegan film *Contact*