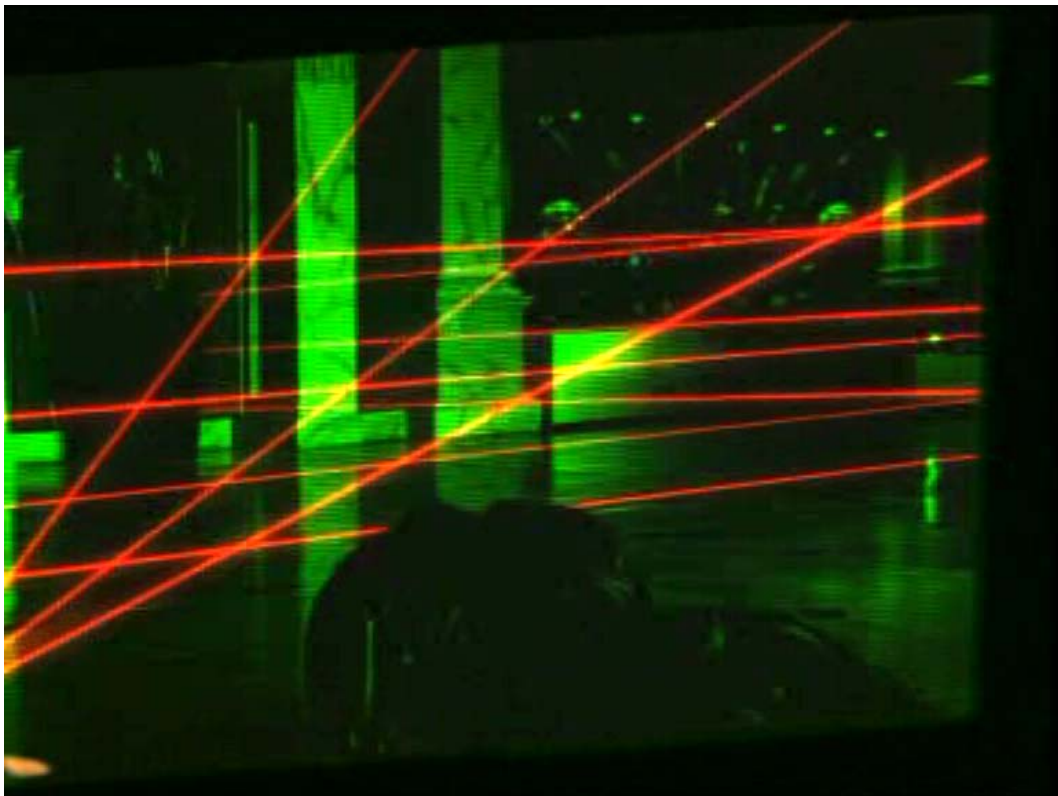


Luar biasanya laser

Laser banyak digunakan di dunia komunikasi, perbankan, kesehatan, industri manufaktur, elektronika, instrumentasi iptek, sistem pengaman bank dan gedung, sampai sistem militer. Bahkan grup musik, seperti Pink Floyd, Aerosmith, dan Metallica, ikut-ikutan menggunakan laser dalam pertunjukan musiknya. Dunia film pun sering menggunakan laser, biasanya sebagai sistem pengaman yang otomatis menyalakan alarm saat ada penerobos tak diundang seperti dalam salah satu adegan film *Entrapment* (Gambar 1).

Apa sebenarnya yang menjadi rahasia sukses laser? Apa keistimewaannya? Apa yang membedakan sinar laser dengan sinar lampu senter biasa?

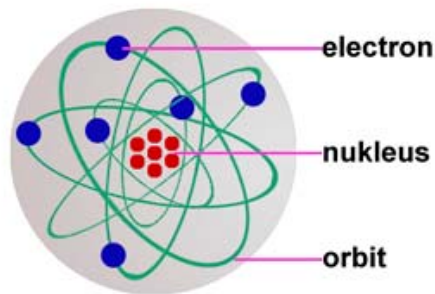


Gambar 1 Penerobos yang berusaha masuk harus menghindari laser

Tidak banyak yang tahu bahwa LASER sebenarnya merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Apa maksudnya ini? Supaya bisa mengerti lebih jelas, terlebih dahulu kita harus memahami atom.

Atom

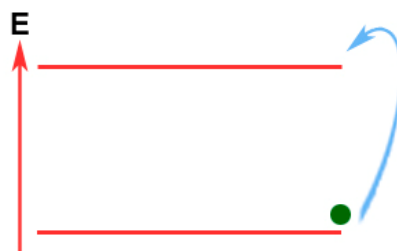
Sebuah atom terdiri dari inti atom yang disebut nukleus (berisi proton dan neutron), dan awan elektron (Gambar 2). Elektron-elektron ini selalu berputar mengelilingi inti atom pada orbit-orbit tertentu, sesuai dengan tingkat energinya. Dari sini kita tahu bahwa atom selalu bergerak (vibrasi dan rotasi), hanya saja kita tidak bisa melihat pergerakannya di benda-benda padat seperti pintu, kursi, dan semua benda lain. Jadi, benda yang selama ini kita kira dalam keadaan diam sebenarnya tidak diam sama sekali!



Gambar 2 Ilustrasi sederhana sebuah atom

Orbit elektron yang memiliki tingkat energi paling rendah adalah yang paling dekat dengan inti. Jadi, semakin jauh elektron dari inti, semakin tinggi pula tingkat energinya. Ini artinya, kalau kita memberikan energi pada atom (misalnya dalam bentuk energi panas, energi listrik, atau energi cahaya) maka elektron yang berada di tingkat energi dasar (*ground-state energy level*) dapat tereksitasi (pindah) ke orbit yang tingkat energinya lebih tinggi.

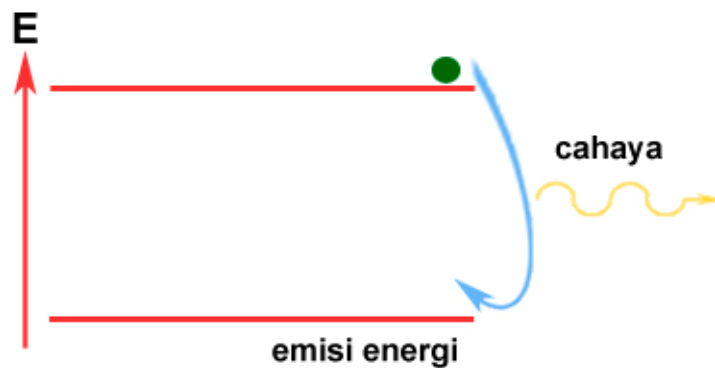
Lalu apa hubungannya dengan teknologi laser?



Gambar 3 Eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi

Emisi Cahaya Untuk Melepaskan Kelebihan Energi

Elektron yang sudah pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi ini (*excited electron*) berada dalam keadaan tidak stabil. Elektron ini selalu berusaha untuk kembali ke keadaan awalnya dengan cara melepaskan kelebihan energi tersebut. Energi yang dilepaskan berbentuk foton (energi cahaya) yang memiliki panjang gelombang tertentu (warna tertentu) sesuai dengan tingkat energinya. Ini yang disebut radiasi atom. Pada lampu senter ataupun lampu neon biasa, cahaya yang dihasilkan menuju ke segala arah dan memiliki bermacam panjang gelombang dan frekuensi (*incoherent light*). Hasilnya adalah cahaya yang sangat lemah.



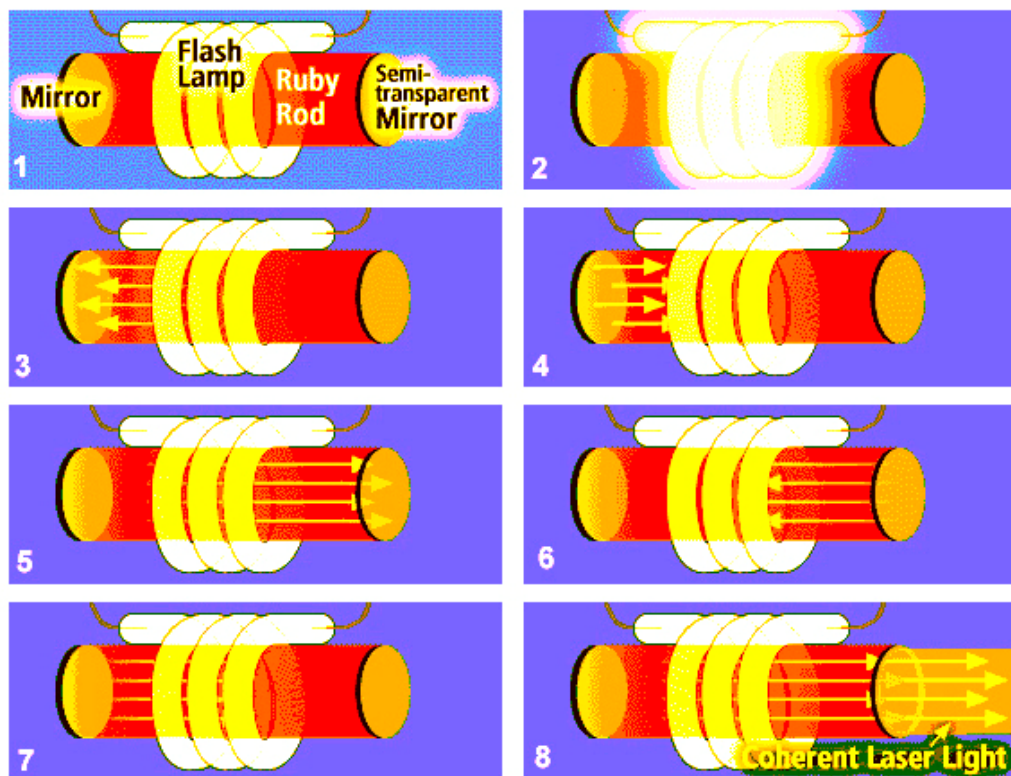
Gambar 4 Kembalinya elektron ke tingkat energi semula disertai emisi cahaya

Pada teknologi laser, cahaya yang dihasilkan mempunyai karakteristik tersendiri: monokromatik (satu panjang gelombang yang spesifik), koheren (pada frekuensi yang sama), dan menuju satu arah yang sama sehingga cahayanya menjadi sangat kuat, terkonsentrasi, dan terkoordinir dengan baik.

Bagaimana cara mengontrol emisi cahaya ini? Dengan menggunakan bantuan cermin! Pada Gambar 5 kita melihat dua buah cermin yang diletakkan di kedua ujung batu ruby. Salah satu cermin dibuat *half-silvered* (hanya memantulkan sebagian cahaya; sementara cahaya yang tidak dipantulkan dapat menerobos keluar). Ruby diberi stimulasi energi (disinari dengan cahaya) sehingga beberapa elektronnya tereksitasi. Kemudian elektron yang tereksitasi ini berusaha kembali ke tingkat energi awal dengan melepaskan cahaya (foton).

Cahaya ini memantul-mantul pada permukaan cermin dan menyinari elektron-elektron ‘tetangga’nya sehingga menyebabkan tereksitasinya para elektron ‘tetangga’ tersebut. Elektron-elektron ini kemudian juga mengemisikan cahaya untuk kembali ke keadaan normalnya. Begitu seterusnya! Seperti reaksi berantai!

Sebagian cahaya berhasil menerobos keluar dari *half-silvered mirror*. Sinar ini merupakan sinar yang monokromatik, koheren, dan berfasa tunggal (*single phase*). Sinar inilah yang kita kenal sebagai sinar laser.



Gambar 5 Teknologi Laser

Ada bermacam media yang dapat digunakan untuk menghasilkan sinar laser, misalnya *solid state laser* (menggunakan bahan padat sebagai medianya; contoh: batu ruby), dan *gas laser* (misalnya gas helium, neon, CO₂). Kekuatan laser sangat bervariasi, bergantung pada panjang gelombang yang dihasilkannya. Sebagai perbandingan, panjang gelombang yang dihasilkan *ruby laser* adalah 694 nm ($6,94 \times 10^{-7}$ m), sedangkan panjang gelombang yang dihasilkan gas CO₂ adalah 10.600 nm ($1,06 \times 10^{-5}$ m). Batu ruby (CrAlO₃) menghasilkan sinar laser berwarna

merah, sedangkan gas CO₂ menghasilkan sinar pada daerah inframerah dan gelombang mikro (*microwave*). Radiasi inframerah berbentuk panas sehingga laser yang dihasilkan mampu melelehkan benda apa pun yang terkena sinarnya, bahkan bisa digunakan untuk memotong baja!

Sinar laser yang berwarna-warni dihasilkan dari medium yang memiliki panjang gelombang berbeda-beda. Biasanya laser yang berwarna-warni ini relatif tidak berbahaya karena berada pada panjang gelombang yang relatif kecil. Warna-warni indah laser ini dimanfaatkan untuk mempermanis pertunjukan musik maupun acara-acara besar seperti perayaan menyambut tahun baru. Operasi-operasi kesehatan dan kecantikan juga memanfaatkan kedahsyatan sinar laser ini karena mampu ‘menembak’ tepat pada target. Dalam dunia sehari-hari kita juga bisa menemukan laser yang digunakan untuk *barcode scanning* di supermarket, *laser printer*, *CD (compact disc) player*, dan yang paling umum adalah *laser pointer* yang digunakan saat presentasi. Semua kecanggihan ini merupakan tanggung jawab satu konsep sederhana fisika yang asyik dan menyenangkan.(Yohanes Surya)



Gambar 6 Pertunjukan laser *Infinity 2000* di Kunming Tower, Cina