

Pengantar Spektroskopi Laser

Ikhsan Setiawan¹

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Gadjah Mada

Sebagian besar pengetahuan kita tentang struktur atom dan molekul didasarkan pada hasil penyelidikan dengan spektroskopi. Informasi struktur molekul dan interaksi antara molekul dengan lingkungannya dapat diperoleh dengan beragam cara dari spektrum serapan (*absorption*) atau spektrum pancaran (*emission*) yang muncul saat radiasi elektromagnet berinteraksi dengan materi.

Pengukuran panjang gelombang dari garis-garis spektral memungkinkan untuk menentukan aras-aras tenaga sistem atom atau molekul.

Intensitas garis spektral (*spectral line intensity*) sebanding dengan peluang transisi yang merupakan ukuran kuat gandengan (kopling) antara dua aras tenaga yang terlibat dalam proses transisi atom atau molekul. Karena peluang transisi bergantung pada fungsi gelombang kedua aras tenaga itu, maka pengukuran intensitas ini berguna untuk menunjukkan distribusi muatan ruang elektron-elektron tereksitasi, yang secara kasar hanya dapat dihitung dari penyelesaian pendekatan dari persamaan Schrodinger.

Lebar garis alamiah (*natural line width*) suatu garis spektral dapat dipisahkan (*resolved*) dengan teknik-teknik khusus, sehingga memungkinkan penentuan umur rerata aras tenaga atau keadaan eksitasi atom atau molekul.

Pengukuran lebar Doppler (*Doppler width*) memberikan informasi distribusi kecepatan molekul-molekul pemancar atau penyerap radiasi dan informasi tentang suhu sampel.

Pelebaran tekanan (*pressure broadening*) dan pergeseran tekanan (*pressure shifts*) dari garis-garis spektral memberikan informasi tentang proses-proses benturan dan potensial interatomik.

Pemecahan Zeeman (*Zeeman splitting*) oleh medan magnet luar dan pemecahan Stark (*Stark splitting*) oleh medan listrik luar merupakan gejala penting yang berguna untuk mengukur momen magnet dan momen listrik serta menjelaskan tentang gandengan momentum-momentum sudut yang berbeda dalam atom atau molekul, bahkan untuk atom dengan konfigurasi elektron yang kompleks.

¹E-mail: Nashki@dejawa.net

Struktur hiperhalus (*hyperfine structure*) dari garis-garis spektral memberikan informasi tentang interaksi inti atom dengan awan elektron dan memungkinkan penentuan momen dipol magnet atau momen kuadrupol inti atom.

Contoh-contoh ini hanya sebagian kecil dari banyak cara yang mungkin di mana spektroskopi menyediakan cara untuk mengeksplorasi dunia mikro atom dan molekul. Tetapi, banyaknya informasi yang dapat diperoleh dari spektrum sangat bergantung pada daya pisah spektral (*spectral resolution*) dan sensitivitas deteksi (*detection sensitivity*) yang dapat dicapai.

Penerapan teknologi baru pada instrumen optik (seperti produksi *grating* yang lebih besar dan baik dalam spektrograf, pemakaian lapisan dielektrik dengan daya pantul yang tinggi (*high reflectance*) dalam interferometer) telah meningkatkan sensitivitas secara nyata. Kemajuan nyata telah dicapai dengan pengenalan teknik spektroskopi baru seperti spektroskopi Fourier, pemompaan optik, dan beragam metode resonansi ganda (*double resonance*), serta spektroskopi berkas molekul.

Meskipun teknik-teknik baru ini telah terbukti sangat bermanfaat, tetapi pendorong semangat utama dalam seluruh bidang spektroskopi adalah diperkenalkannya laser sebagai sumber cahaya. Dalam banyak kasus, sumber cahaya baru untuk spektroskopi ini dapat meningkatkan daya pisah spektral dan sensitivitas sampai beberapa orde besar. Bersama dengan teknik spektroskopi baru, laser dapat mengatasi keterbatasan spektroskopi klasik. Banyak eksperimen yang tidak dapat dilakukan dengan sumber cahaya tak koheren, sekarang telah dapat dilakukan dengan sukses dengan adanya laser.

Referensi

Demtröder, W., 1981, *Laser Spectroscopy*, Springer – Verlag.