

Ernst Mach dan Teori Kenisbian Am

“Ruang mutlak mempunyai cirinya tersendiri tanpa ada kena mengena dengan luaran, sentiasa sama dan tidak bergerak.”

Di atas merupakan kenyataan Newton tentang ruang mutlak dalam bukunya yang terkenal Principia. Kenyataan inilah yang kemudian membawa banyak bantahan kerana sifatnya yang metafizik teradun sebagai landasan utama fizik Newton.

Nama Mach, selain daripada terabadi sebagai unit kelajuan bunyi sebenarnya juga turut menyumbang kepada pembentukan teori kenisbian am Einstein. Untuk memahami sumbangan Mach terhadap teori ini sebenarnya harus dilihat melalui bukunya The Science of Mechanics yang mana Mach telah melakukan kritikan asas kepada Teori Newton iaitu pada konsep ruang mutlak. Serangan Mach terhadap Newton inilah yang kemudian banyak memberi ruang dan inspirasi kepada teori kenisbian am dibentuk oleh Einstein.

Sebenarnya kalau diperhatikan lebih lanjut perbalahan dan pembinaan teori dinamik dan graviti semuanya berkisar pada inersia. Bagaimana dan punca rujukan inersia sendiri pun tidak dapat dijawab. Ambil contoh takrifan inersia yang berkait rapat dengan halaju seragam di mana semua objek bergerak dengan jumlah ruang yang sama dalam tempoh yang sama. Kalau difikirkan dalam keadaan setempat, memang kerangka itu wujud andai kedua-dua ruang dan masa yang sama dapat ditakrifkan. Tetapi harus diingat, dalam keadaan sejagat sepertimana berlakunya putaran bumi di atas paksinya beserta putaran bumi mengelilingi matahari, kerangka rujukan inersia terbatal dengan sendirinya kerana halaju sudah sentiasa berubah kerana berlaku perubahan arah sekaligus mengimplikasikan perubahan vektor halaju.

Kritikan paling terkenal Mach terhadap Teori Newton adalah Baldi Newton. Ujikaji baldi Newton merupakan cara Newton membuktikan ruang mutlak. Andaikan sebuah baldi diisi penuh dengan air, dan baldi tersebut diputar. Pada awalnya, air di dalam baldi itu tidak akan bergerak tetapi lama kelamaan baldi itu seolah-olah memberikan isyarat kepada air supaya ianya membentuk pusaran. Air seolah-olah mendaki baldi tersebut ke atas. Ini merupakan kesan daripada daya rekaan atau lebih dikenali sebagai daya centrifugal yang terhasil apabila berlaku putaran nisbi terhadap ruang mutlak. Manakala, ketika baldi berputar nisbi kepada air yang tidak bergerak, tiada berlaku daya centrifugal tersebut sekaligus menunjukkan bahawa air tersebut tidak bergerak nisbi dengan ruang mutlak.

Mach berhujah bahawa tafsiran Newton terhadap ujikaji baldi adalah benar hanya pada alam yang kosong dengan andaian hukum fizik masih lagi sama. Dalam alam yang penuh dengan jirim terdapat dua keadaan yang perlu. Jika tiada berlaku perubahan permukaan air, baldi itu dalam keadaan rehat nisbi kepada bintang tetap manakala jikalau berlaku perubahan bentuk permukaan air, baldi

itu berputar nisbi kepada bintang tetap. Ini menunjukkan kenisbian mesti diungkapkan kepada jisim-jisim di alam bukannya kepada ruang mutlak. Jisim dalam Fizik Newton, tiada kena mengena dengan ruang dan masa. Jisim ini "terletak" di dalam ruang dan masa. Ini tergambar apabila misalnya, suatu jisim di ruang hampa secara tiba-tiba terlanggar sesuatu benda. Jisim itu yang mengalami perubahan momentum kemudian akan bergerak dengan halaju seragam dalam garis lurus.

Pengaruh jisim-jisim inilah yang kemudiannya menginspirasi Einstein untuk membina Teori Kenisbian Am. Prinsip ini dinamakan beliau sebagai Prinsip Mach iaitu jisim inersia sesuatu jirim bukan merupakan ciri dalaman jirim tersebut tetapi merupakan sumbangan dari semua jirim yang berterabur di dalam alam. Selain itu, masalah menyatukan jisim inersia dan jisim graviti juga menjadi inspirasi kepada teori kenisbian am sepertimana yang diketengahkan oleh Einstein. Ini kerana melalui Jisim inersia daripada Hukum Newton Kedua merupakan kesukaran sesuatu jisim untuk memecut di bawah pengaruh sesuatu daya:

$$F = m_i a$$

dan Jisim Graviti menurut Hukum Graviti Newton merupakan kekuatan daya graviti:

$$F = \frac{GM_g m_g}{r^2}$$

Yang mana, berdasarkan ujikaji oleh fizikawan Hungari Eotvosh, kedua-duanya mempunyai nilai yang sama. Ini kemudian hanya difahami melalui Teori Kenisbian Am. Menurut teori graviti Newton, jika satu jisim diletakkan di bawah pengaruh medan graviti, maka:

$$Jisim\ Inersia \times Pecutan\ jisim = Jisim\ graviti \times Kekuatan\ medan\ graviti$$

atau boleh ditulis melalui persamaan:

$$m_i a = \frac{GM_g m_g}{r^2}$$

$$a = \frac{GM_g}{r^2}$$

Dengan mengambil kira jisim inersia adalah bersamaan dengan jisim graviti, kesimpulannya dalam keadaan setempat pecutan dan medan graviti tidak dapat dibezakan seperti di dalam Prinsip Kesetaraan Einstein. Kemudian, untuk membina Teori Kenisbian Am, tunjukkan bahawa pecutan tersebut merupakan lengkungan ruang-masa.

Rujukan

1. The science of mechanics. Ernst Mach
2. Mach's Principle. H. Lichtenegger & B. Mashhoon.
3. Mach's Principle and a new theory of gravitation. Santanu Das