

MENGENAL KONSEP RELATIVITAS

Murtono¹

Abstract

Everything in the world is relative in character, depends on frame of reference measurement. If physical quantities are measured by different frame of reference they will indicate the different amount. Length of an object will change when it is measured by an observer which relatively motions. Time earns briefer or longer when it is measured by observer which relative motion, and so does the mass, momentum or level energy. All measurements of physical quantities have to fulfill the specific relativity postulate. Based on the argument, this article tries to discuss the concept of relativity in physics and Qur'anic perspective.

Keyword: relativitas, fisika, al-Qur'an

A. Pendahuluan

“Dia mengatur urusan dari langit ke bumi, kemudian (urusan) itu naik kepadaNya dalam satu hari yang kadarnya (lamanya) adalah seribu tahun menurut perhitunganmu”(QS. As-Sajdah : 5)². Ayat ini menyatakan bahwa malaikat bergerak naik dengan waktu satu hari menurut dimensinya (karena malaikat mempunyai kecepatan yang relatif tinggi dibanding benda orang yang berada di bumi) dan akan sama dengan seribu tahun menurut dimensi kita. Begitu cepat gerak malaikat sehingga satu hari sama dengan seribu tahun kita. Hal ini dikarenakan malaikat bergerak

¹ Dosen Jurusan Tadris MIPA Program Sudi Fisika Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

² Tim, *Al-Qur'an Terjemahan Departemen Agama*, (Jakarta: Depag RI, 1971), hal. 660

tidak menggunakan hukum alam yang kita huni ini, sehingga tidak terkena oleh sunatulloh yang berlaku di alam ini, atau di alam lain yang hukum alamnya berbeda dari hukum alam kita. Yang perlu diperhatikan bahwa Al-Qur'an membenarkan adanya kenisbian waktu. Perlu juga diperhatikan bahwa malaikat atau Alloh tidak terkait dengan ruang dan waktu yang kita alami. Ruang dan waktu yang saling terkait ini merupakan ciptaan Alloh. Kemudian ayat yang lain "*Naik malaikat dan ruh kepadanya dalam waktu sehari yang kadarnya 50 ribu tahun*" (Q.S. Al-Ma'arij : 4)³. Waktu merupakan besaran fisis yang selalu melekat pada dunia ini. Waktu sebelumnya tidak ada, dan dengan penggelaran alam semesta ini waktu juga ikut digelar. Alam ini bersifat relatif tinggal dari sudut pandang mana kita memandangi. Ketika kita berada di atas bus yang sedang melaju, kita dapat dikatakan relatif berjalan ketika acuan kita adalah jalan, dan dapat dikatakan relatif diam ketika acuan kita adalah bus itu sendiri. Begitu juga pada saat kita duduk dikamar kita juga dapat dikatakan diam terhadap bumi dan dapat dikatakan relatif bergerak terhadap matahari atau benda langit lainnya. Saat kita berada di bumi menunjuk bahwa atas adalah arah bagian kepala kita sedang bawah adalah arah bagian kaki kita. Jika hal ini bindingkan orang yang berada berbeda lintang 180° dengan orang tersebut maka atas atau bawah akan sebaliknya. Dua orang yang melaju kearah barat dengan kecepatan sama yaitu v maka antara dua orang tersebut dapat dikatakan relatif tidak bergerak, atau bila arah geraknya berlawanan maka menurut fisika klasik dapat dikatakan dua orang tersebut bergerak relatif mendekat atau menjauh dengan kecepatan $2v$, dan akan mempunyai kecepatan gerak yang berbeda bila diambil titik acuan bumi. Begitu juga dalam kehidupan sosial kaya atau miskin, pandai atau bodoh, tinggi atau rendah, cantik atau jelek, luas atau sempit, tinggal apa atau siapa kita mengambil acuan.

B. Postulat Relatifitas Khusus

Teori relativitas memeriksa bagaimana pengukuran kuantitas fisis bergantung pada pengamat begitu juga pada peristiwa yang diamati. Kuantitas besaran fisis seperti panjang, massa selang waktu ditinjau dari fisika klasik tidak mendapatkan pembahasan yang lebih mendetail

³Ibid hal. 973

bagaimana kuantitas itu diukur. Tetapi menurut fisika moderen hal ini akan sangat diperhatikan tentang siapa, dimana dan bagaimana kuantitas besaran fisis itu diukur.

Jika kita berada pada laboratorium tertutup kita tidak dapat menentukan apakah ruang kita diam atau bergerak dengan kecepatan tetap, sebab tanpa kerangka acuan eksternal konsep gerak tidak mempunyai arti dan kita tidak mendapat kerangka acuan universal yang meliputi seluruh ruang, yang berarti gerak bersifat relatif.

Teori relativitas muncul karena tidak adanya kerangka acuan universal yang merupakan kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap terhadap kerangka yang lainnya. Teori relativitas khusus bersandar pada dua postulat yaitu:

1. Hukum fisika dapat dinyatakan dalam persamaan yang berbentuk sama dalam semua kerangka acuan yang bergerak dengan kecepatan tetap satu terhadap yang lainnya.
2. Kelajuan cahaya dalam ruang hampa sama besar untuk semua pengamat, tidak tergantung dari keadaan gerak pengamat itu.⁴

Pernyataan pertama pada prinsipnya adalah tidak ada acuan inersial istimewa tempat hukum fisika mempunyai bentuk istimewa yang berbeda dari yang diamati dikerangka lain. Semua kerangka acuan inersial sama baiknya untuk merumuskan hukum-hukum fisika. Sedangkan prinsip kedua dapat dikatakan bahwa kecepatan cahaya, yang nilainya sering ditulis c bersifat invarian. Postulat ini dikemukakan oleh Albert Einstein pada tahun 1905. Sebenarnya sebelum Einstein ada dua orang yang telah membahas relativitas, yaitu Newton dan Galileo, tetapi kurang beres bila diterapkan untuk hukum-hukum elektromagnetika yang tersaji lewat persamaan Maxwell. Pada mulanya postulat Einstein terkesan sangat radikal. Postulat ini mengikuti hampir semua konsep intuitif tentang ruang dan waktu yang kita bentuk dalam kehidupan sehari-hari. Contoh ilustrasi sederhana terhadap postulat ini adalah sebagai berikut: Misalnya terdapat dua kapal A dan kapal B, kapal A diam dan kapal B bergerak dengan kecepatan v . Daerah tersebut diliputi kabut sehingga kedua pengamat dalam kapal tidak dapat mengetahui kapal yang mana yang bergerak. Saat kapal A berdampian dengan kapal B, api dinyalakan sesaat. Cahaya api bergerak dengan

⁴ Arthur Beiser, *Konsep Fisika Moderen* (Jakarta: Erlangga, 1983), hal. 3

kelajuan tetap dalam semua arah sesuai dengan postulat kedua teori relativitas khusus. Pengamat pada masing-masing kapal mengamati cahaya mengembang dengan ia sebagai pusat sesuai dengan prinsip relativitas, walaupun kedudukan salah satu pengamat berubah terhadap padamnya api. Pengamat dalam kapal tidak dapat melihat kapal mana yang mengalami perubahan tempat karena kabut menghilangkan kerangka acuan lain daripada kerangka acuan kapal itu sendiri. Kelajuan cahaya sama untuk kedua pengamat itu, dan keduanya melihat gejala yang sama.

C. Transformasi Lorentz

Kita anggap suatu kerangka acuan K yang mempunyai koordinat kejadian saat t adalah x , y , dan z . Pengamat yang berada pada kerangka acuan lain K' yang bergerak terhadap K dengan kecepatan v akan mendapatkan koordinat saat kejadian t' adalah x' , y' , dan z' . Yang dimaksud dengan transformasi adalah suatu aturan yang mengandung persamaan-persamaan yang menghubungkan (x,y,z) dan t dengan (x',y',z') dan t' . Jika waktu kedua sistem diukur dari saat ketika K dan K' berimpit, pengukuran dalam arah x yang dilakukan oleh K akan melebihi yang di K' dengan vt yang menyatakan jarak yang ditempuh K' dalam arah x , sehingga :

$$x' = x - vt \quad ; y' = y \quad ; z' = z; \text{ dan } t' = t \quad (1)$$

Jika diubah dalam bentuk kecepatan maka transformasi ini menjadi :

$$v'_x = \frac{dx'}{dt'} = v_x - v \quad (2)$$

$$v'_y = \frac{dy'}{dt'} = v_y \quad (3)$$

$$v'_z = \frac{dz'}{dt'} = v_z \quad (4)$$

Transformasi ini merupakan transformasi Galileo, yang tidak memenuhi dua butir dari postulat Einstein tersebut. Postulat pertama mensyaratkan persamaan yang sama untuk besaran fisika dalam kedua kerangka acuan K dan K' , tetapi ternyata persamaan pokok dalam kelistrikan dan kemagnetan mengambil bentuk yang sangat berbeda

bila kita pakai transformasi Galileo untuk mengubah kuantitas yang terukur pada suatu kerangka acuan ke kuantitas yang setara dalam kerangka acuan yang lain. Persyaratan kedua mensyaratkan bahwa kelajuan cahaya c baik ditentukan oleh K atau K' harus sama. Jika kita ukur kelajuan cahaya dalam arah x dalam system K ternyata c dan dalam system K' akan menjadi $c' = c - v$. Suatu prediksi yang nalar yang menyatakan hubungan yang benar antara x' dan x adalah :

$$x' = k(x - vt) \quad (5)$$

Faktor k harus sama dalam kedua kerangka karena tidak terdapat perbedaan antara K' dengan K kecuali tanda v . Dengan menggunakan perhitungan matematik diperoleh hubungan persamaan:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (6)$$

$$y' = y \quad (7)$$

$$z' = z \quad (8)$$

$$t' = \frac{t - \frac{vx}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (9)$$

Persamaan tersebut merupakan transformasi Lorentz, yang pertama kali ditemukan oleh fisikawan Belanda H.A. Lorentz. Persamaan Lorentz menunjukkan bahwa rumusan dasar kelistrikan dan kemagnetan sama dalam semua kerangka acuan yang dipakai. Transformasi ini akan tereduksi menjadi transformasi Galileo bila kelajuan v relative kecil dibandingkan dengan kelajuan cahaya c . Dari sini dapat diperoleh suatu kesimpulan bahwa posisi atau waktu akan berbeda bila diamatai oleh kerangka acuan yang berbeda ketika perbedaan kerangka acuan tersebut bergerak mendekati kecepatan cahaya.

D. Relativitas Waktu

Jika sebuah lonceng yang bergerak terhadap pengamat tampak berdetik lebih lambat daripada jika lonceng itu diam terhadapnya. Misalnya pengamat yang berada pada roket mendapatkan selang waktu antara dua kejadian dalam roket itu t_0 , orang yang berada di bumi mendapatkan bahwa selang waktu tersebut adalah t . Besarnya t_0 yang ditentukan oleh kejadian yang terdapat pada tempat yang sama dalam kerangka acuan pengamatnya disebut waktu proper antara kejadian itu. Bila diamati dari bumi kejadian yang menandai permulaan dari selang waktu itu terjadi pada tempat yang berbeda, sehingga akibatnya waktunya kelihatan lebih panjang daripada waktu proper. Efek ini disebut pemuaiian waktu (relativitas waktu). Dari sini terdapat hubungan bahwa :

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (10)$$

dengan :

- t_0 = Selang waktu pada lonceng yang diam relative terhadap pengamat
- t = Selang waktu pada lonceng dalam keadaan gerak relative terhadap pengamat.
- v = Kelajuan gerak relative.
- c = Kelajuan cahaya

Kuantitas $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ selalu lebih kecil daripada satu, untuk benda yang bergerak dengan waktu t selalu lebih besar daripada t_0 . Lonceng yang bergerak dalam roket tampak bergerak lebih lambat dari lonceng yang diam di bumi untuk pengamat yang ada di bumi. Ternyata waktu mengalami kenisbian sesuai dengan gerak dan posisi pengamat.

E. Relativitas Panjang

Kuantitas panjang suatu benda dipengaruhi oleh gerak relatif. Panjang L benda yang bergerak terhadap pengamat kelihatannya lebih pendek (mengerut) daripada L_0 bila diukur dalam keadaan diam

terhadap pengamat. Panjang benda dalam kerangka diamnya disebut panjang proper. Andaikan terdapat suatu batang yang bergerak dengan kecepatan v terhadap pengamat di bumi. Dalam keadaan diam batang itu mempunyai panjang L_0 . Batang yang dalam keadaan bergerak hendak diukur dari tanah oleh seorang pengamat. Mengukur batang yang bergerak berarti menentukan jarak antara dua peristiwa yang terjadi serentak pada ujung-ujung batang itu. Jadi $dt = 0$. Karena dalam kerangka diamnya batang mempunyai panjang L_0 , maka $Dx' = L_0$, sehingga :

$$L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (11)$$

L adalah panjang batang bila diukur dari tanah. Karena $\frac{v^2}{c^2}$ selalu kurang dari satu tetapi positif maka $L < L_0$. Gejala ini yang sering disebut sebagai pengerutan panjang atau kontraksi panjang. Jadi panjang suatu benda bersifat relatif sesuai dengan kerangka acuan pengukuran.

F. Relativitas Ruang dan Waktu

Konsep ruang yang selama ini kita pahami adalah merupakan tempat benda-benda (materi) dan energi yang senantiasa besarnya tetap (teori ruang yang statis) yang terikat oleh pergerakan besaran waktu yang juga bersifat mutlak. Pengamatan melalui berbagai eksperimen maupun perhitungan matematis ahli Fisika Modern tidak demikian. Alam semesta ini terbentuk oleh adanya energi, materi, ruang dan waktu secara bersamaan, yang berkedudukan saling mempengaruhi, sehingga membentuk alam semesta ini. Awalnya keempat besaran ini tidak ada sama sekali (ketiadaan mutlak). Begitu alam diciptakan maka keempat besaran itu terbentuk dan mengembang (meluas) secara terus-menerus sampai sekarang ini. Perubahan energi materi akan berpengaruh terhadap perubahan ruang waktu, sebaliknya perubahan ruang maupun waktu juga akan mengakibatkan perubahan energi materi. Jika tidak ada salah satu saja maka tidak akan terjadi alam semesta ini. Misalnya dalam alam ini hanya ada ruang, waktu dan materi. Tidak mungkin ada materi jika tidak ada energi, karena bentuk lain dari materi adalah energi yang mempunyai kerapatan yang sangat rendah. Dapat dikatakan bahwa di alam ini merupakan lautan energi, dan akan berbentuk materi

jika kerapatannya tinggi. Diruang hampapun terisi debu ruang angkasa dan materi yang berbentuk gravitasi (energi merupakan bentuk lain dari materi). Ruang hanya terjadi ketika ada materi. Demikian pula waktu ia hanya akan ada jika ada materi dan ruang yang dikenai perubahannya.⁵ Materi, energi, ruang dan waktu selalu berada di alam ini yang mempunyai kuantitas yang berbeda-beda, dan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Tidak ada ruang diluar alam, tidak ada waktu diluar alam, tidak ada materi dan energi di luar alam ini. Keempat besaran fisis ini selalu mengalami perubahan. Materi dan energi selalu mengalami pengembangan/pengerutan yang diikuti oleh pengembangan/pengerutan dari ruang dan waktu dalam alam ini. Dulu sebelum digelar ruang ini begitu kecilnya dan begitu padatnya sehingga mempunyai massa jenis yang besar sekali sampai tak terhingga. Begitu digelar alam ini mengalami pengembangan sampai sekarang sehingga massa jenisnya juga ikut mengecil dan benda-benda di alam semesta ini menjadi renggang, serta benda-benda angkasa ini mempunyai jarak. Diantara benda-benda langit itu masih ada energi materi. Ruang dan waktu juga dapat berubah karena gerakan. Jika seseorang bergerak dengan kecepatan yang sangat tinggi mendekati kecepatan cahaya maka waktu baginya menjadi mulur. Dapat disimpulkan bahwa ruang, waktu, energi, dan materi saling mempengaruhi, tidak dapat berdiri sendiri dan selalu berubah baik karena perubahan diantaranya maupun karena gerakan yang mendekati kecepatan cahaya. Ruang dan waktu bersifat relative, tergantung dari situasi, kondisi, dan darimana/siapa yang melakukan pengukurannya.

G. Transformasi Lorentz untuk Momentum dan Tenaga.

Suatu benda yang diukur dalam keadaan diam terhadap pengukur adalah m_0 mempunyai kecepatan v terhadap kerangka acuan K. Menurut prinsip relativitas Einstein dalam ruang momentum tenaga memberikan hasil bahwa momentum benda tersebut diukur di kerangka K adalah

$$\vec{p} = \frac{m_0 \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (12)$$

⁵ Agus Mustofa, *Terpesona di Sidrotul Muntaba*, (Kediri: Padang Mahsar, 2004), hal. 57.

Energi benda tersebut (tidak termasuk energi potensial) diberikan oleh

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (13)$$

Untuk benda yang mempunyai kecepatan nol ($v = 0$) benda mempunyai energi yang dikenal dengan energi diam benda yang besarnya:

$$E_0 = m_0 c^2 \quad (14)$$

Energi kinetik merupakan selisih dari energi benda dengan energi diamnya yaitu :

$$E_k = E - E_0 \quad (15)$$

atau

$$E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2 \quad (16)$$

Persamaan (12) dan (13) dapat ditulis dengan bentuk :

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (17)$$

$$E = m \cdot c^2 \quad (18)$$

dengan

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (19)$$

massa m sering disebut sebagai massa gerak benda, yaitu massa

benda ketika diukur dalam keadaan bergerak. Faktor $\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ lebih

besar daripada satu, dan $m > m_0$ sehingga terjadi pemekaran massa untuk benda yang relatif bergerak. Dengan menggunakan persamaan (12) dan (13) maka dapat diturunkan persamaan momentum energi sebagai berikut :

$$E^2 - p^2 \cdot c^2 = m^2 \cdot c^4 \quad (20)$$

Jika di kerangka K sebuah benda teramati mempunyai momentum \vec{p} dan tenaga E, dan jika pada kerangka K' sebuah benda teramati mempunyai momentum \vec{p}' dan energi E' maka terdapat hubungan:

$$p'_x = k(p_x - (\frac{v}{c^2})E) \quad (21)$$

$$E' = k(E - v \cdot p_x) \quad (22)$$

dengan
$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$p'_y = p_y \quad (23)$$

$$p'_z = p_z \quad (24)$$

Kerangka K' bergerak sepanjang sumbu x dengan kecepatan v. Transformasi ini disebut dengan transformasi Lorentz untuk momentum dan energi. Persamaan (21) sampai dengan (24) diperoleh dari penerapan prinsip relativitas pada ruang momentum-energi. Dalam kerangka acuan yang berbeda energi dan momentum akan mempunyai besar yang berbeda tergantung dari kerangka acuan mana kita mengukur.

H. Penjumlahan Kecepatan

Jika kita berada pada mobil yang melaju dengan kecepatan v_1 dan menembakkan sebuah peluru dengan kecepatan v_2 maka menurut fisika klasik dan akal sehat kelajuan peluru terhadap tanah adalah $v = v_1 + v_2$. Jadi bila pada kerangka acuan K' yang bergerak relatif dengan kecepatan v terhadap kerangka acuan K, maka kjecepatan cahaya akan mempunyai kelajuan $c + v$ bila diukur dari kerangka acuan K. Hal ini bertentangan dengan postulat relativitas khusus yang menyatakan bahwa kelajuan cahaya dalam ruang hampa mempunyai kelajuan yang sama untuk semua pengamat tidak tergantung dari gerak relatifnya. Untuk menghitung penjumlahan kecepatan ini kita bersandar pada transformasi Lorentz agar diperoleh hasil yang tepat.

Kita tinjau sesuatu yang bergerak relative terhadap kerangka acuan K dan K'. Pengamat di K mengukur ketiga komponen kecepatan dalam K adalah:

$$V_x = \frac{dx}{dt} \quad V_y = \frac{dy}{dt} \quad V_z = \frac{dz}{dt}$$

Pengamat dalam kerangka acuan K' mendapatkan hasil pengamatan:

$$V_x' = \frac{dx'}{dt'} \quad V_y' = \frac{dy'}{dt'} \quad V_z' = \frac{dz'}{dt'}$$

dengan mendiferensialkan persamaan transformasi Lorentz balik untuk x, y, z dan t diperoleh:

$$dx = \frac{dx' + v \cdot dt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$dy = dy'$$

$$dz = dz'$$

$$dt = \frac{dt' + \frac{v \cdot dx'}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Sehingga diperoleh:

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \frac{dx' + v \cdot dt'}{dt' + \frac{v \cdot dx'}{c^2}} = \frac{\frac{dx'}{dt'} + v}{1 + \frac{v \cdot dx'}{c^2 dt'}} \quad \text{atau dapat ditulis:}$$

$$V_x = \frac{V_x' + v}{1 + \frac{v \cdot V_x'}{c^2}} \quad (25)$$

Persamaan (25) merupakan persamaan transformasi Lorentz untuk kecepatan relativistik. Dengan cara serupa diperoleh :

$$V_y = \frac{V_y' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v V_x'}{c^2}} \quad (26)$$

$$V_z = \frac{V_z' \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{1 + \frac{v V_x'}{c^2}} \quad (27)$$

Jika $V_x' = c$ maka seberkas cahaya yang dipancarkan oleh kerangka bergerak K' dalam arah gerak relative terhadap K , pengamat dalam kerangka acuan K akan mengukur kecepatan :

$$V_x = \frac{V_x' + v}{1 + \frac{v V_x'}{c^2}} = \frac{c + v}{1 + \frac{v c}{c^2}} = \frac{c(c + v)}{c + v} = c.$$

Kedua pengamat mendapatkan harga kelajuan sama yaitu c sesuai dengan postulat relativitas khusus.

I. Kesimpulan

Semua yang ada dalam ternyata bersifat relative, tergantung dari mana kerangka acuan yang digunakan. Termasuk besaran-besaran fisis massa, panjang, waktu, ruang, dan bahkan besaran fisis lainnya bersifat relatif terhadap kerangka acuan tertentu. Apalagi bila besaran fisis atau apa yang ada di alam ini dilihat dari dimensi yang berbeda akan memberikan kuantitas hasil pengukuran yang berbeda, bahkan tidak mengikuti hukum-hukum yang ada di alam ini. Waktu bisa menjadi lebih lama atau lebih singkat, massa bisa menjadi lebih besar atau lebih kecil bahkan dapat berbentuk energi, sedangkan ruang selalu berubah sesuai dengan perubahan besaran fisis penyusun alam yang lainnya. Sebagai contoh perjalanan Rosululloh dalam melakukan Isro' dan Mi'roj yang hanya menggunakan waktu satu malam saja. Kalau menurut hukum alam hal ini tidak mungkin, karena hukum yang berlaku saat itu berbeda maka kemungkinan itu dapat terjadi, apalagi yang menghendaki Sang Pencipta.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Zindani, Abdul Majid bin Aziz, dkk, *Mu'jizat Al-Qur'an dan As-Sunnah tentang IPTEK*, Jakarta: Gema Insani Press, 1997
- Baiquni, Achmad, *Al-Qu'an Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, Yoyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1995.
- Baiquni, Achmad, *Al-Qu'an dan Ilmu Pengetahuan Kealaman*, Yoyakarta: Dana Bhakti Prima Yasa, 1996.
- Rahman, Afzalur, *Al-Qur'an dalam Berbagai Disiplin Ilmu*, Jakarta: LP3SI, 1988.
- Mustofa, Agus, *Pusaran Energi Ka'bah*, Sidoarjo: PADMA Press, 2004
- Mustofa, Agus, *Ternyata Akberat Tidak Kekal*, Sidoarjo: PADMA Press, 2004
- Mustofa, Agus, *Terpesona di Sidrotul Muntaba*, Sidoarjo: PADMA Press, 2004
- Beiser, Arthur, *Konsep Fisika Moderen*, Jakarta: Erlangga, 1983.
- Halliday D dan Resnick R, *Fisika*, Jakarta: Erlangga, 1985.
- Syafi'ie, Imam, *Konsep Ilmu Pengetahuan Dalam Al-Qu'an*, Yogyakarta: UII Press, 2000.
- Haugh, John F, *Perjumpaan Sains dan Agama dari Konflik ke Dialog*, Bandung: Mizan, 2004
- Bucaile, Maurice, *Bibel Qur'an dan Sains Moderen*, Jakarta: Bulan Bintang, 1978.
- Zemansky, Sears, *Fisika Untuk Universitas I Mekanika Panas. Bunyi*, Jakarta: Bina Cipta, 1962.