

KONSEP GAYA GRAVITASI TEMUAN AL-BIRUNI UNTUK PEMBELAJARAN KELAS XI DI JENJANG PENDIDIKAN MADRASAH

Muhammad Rully Syaepudin¹, Ratna Naluri², Irawan³

^{1,2,3}*Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Gunung Djati Bandung
Kampus II Jln. Cimencrang–Panyileukan, Bandung
rullyarul95@gmail.com¹, ratnanaluri97@gmail.com²,
irawan@uinsgd.ac.id³*

Abstract: *The concept of gravity is the work of al-Biruni (973-1048 M / 362-H) Muslim scientists, but the work is claimed as Newton's findings (1642-1727 AD). This paper aims to reveal the facts it can be used as teaching materials in the madrasah Physics, with adjustments in accordance with the level of educational unit. This research uses qualitative method with historical approach of philosophy of science with Islamic perspective. Data were collected through literature study. The results showed that Newton was influenced by al-Biruni in terms of the concept of gravitational force. Al-Biruni made an important contribution to the measurement of the specific gravity of various substances with careful and accurate calculations. This concept is in accordance with the basic principle that he believes that all objects are attracted by the force of gravity of the earth. This theory was the gateway to Newton's laws 500 years later. These findings can be taught in madrasas through demonstration methods and experiments that are sociologically and anthropologically closed to madrasah culture.*

Keywords: *Philosophy of Science Perspective Islam, Gravity, al-Biruni.*

Pendahuluan

Sains merupakan salah satu cabang ilmu yang diajarkan di madrasah. Ilmu sains sudah diajarkan sejak Madrasah Ibtidaiyah (MI) kemudian berlanjut ke tingkat Madrasah Tsanawiah (MTs) hingga ke tingkat Madrasah Aliyah (MA), di tingkat MA sains dipelajari secara lebih mendalam dengan cakupan materi yang cukup kompleks. Peserta didik tingkat MA dituntut untuk berfikir secara kritis untuk dapat memahami berbagai materi dengan tingkat kompleksitas yang tinggi, selain aspek kognitif peserta didik juga dituntut untuk menguasai aspek psikomotorik dan afektif terlebih bagi peserta didik MA yang pembelajaran didominasi oleh keislaman

Islam sering kali dianggap sebagai agama yang mundur dan memundurkan. Sejarah telah membuktikan dunia Islam telah melahirkan banyak golongan sarjana dan ilmuwan yang hebat dalam bidang sains, politik, agama, pengobatan, dan sebagainya. Pada zaman tersebut banyak ilmuwan muslim yang menggunakan konsep wahyu memandu ilmu pada eksperimen yang dilakukannya. Secara historis konsep memandu ilmu digali dari spirit keilmuan Islam klasik abad ke VII hingga XIII M yang non dikotomis (tidak kacamata kuda, antara ilmu yang satu dengan yang lain saling bersentuhan dan melingkupi).¹

Peserta didik harus menguasai ilmu sains sekaligus ilmu yang berkaitan dengan agama islam, termasuk sejarah islam yang didalamnya memuat tokoh-tokoh ilmuwan muslim yang sangat berjasa dalam bidang sains, diantaranya adalah al-Biruni, al-Kwarizmi, al-Kindi dsb. Tetapi hal ini tidak didukung dengan sarana dan prasarana yang belum memadai,

¹ Irawan, "Wahyu Memandu Ilmu Mazhab Keilmuan Nondikotomis UIN Sunan Gunung Djati Bandung", http://www.academia.edu/31985318/WAHYU_MEMANDU_ILMU (diakses 12 Juni 2017)

banyak buku ajar fisika MA yang tidak mencantumkan ilmuwan muslim sebagai sumber belajar IPA (sains) ditambah guru madrasah yang tidak menjelaskan materi IPA (sains) berdasarkan ilmuwan muslim, pembelajaran fisika di madrasah masih merujuk kepada ilmuwan barat melainkan hanya menjelaskan materi IPA (sains) berdasarkan ilmuwan barat seperti Newton dan Kepler.

Al-Biruni (w. 1048), seorang filosof, ahli matematika, ahli astronomi, ahli geografi dan seorang eksiklopedis, merupakan salah satu ahli sains terbesar dari Islam. Dalam karyanya, *Chronology of Ancient Nations* (Sejarah Negara-Negara Kuno), atau *Vestige of The Rust* (Sisa masa lalu), yang ditulis sekitar 1000M, ia menjelaskan tentang kalender kalender dan penanggalan manusia-manusia kuno. Diantara karya-karyanya adalah *History of India* (Sejarah India), *nomical Encyclopdia and a Summary of Mathematic* (sebuah Ensiklopedia Astronomi dan Ringkasan Matematika), *Astronomy and Astrology* (Astronomi dan Astrologi). Dalam karya-karyanya tersebut, al-Biruni, 500 tahun sebelum Galileo, membahas persoalan mengenai apakah bumi itu berotasi mengelilingi porosnya (*axis*) ataukah tidak. Akan tetapi, ia tidak dapat mencapai sebuah konklusi yang definitif Kontribusi sains meliputi penjelasan mengenai sistem kerja lintasan-lintasan alam dan cara kerja sumber mata air dengan menggunakan prinsip-prinsip hidrostatis dari bejana-bejana yang saling berhubungan dan estimasi kecepatan cahaya yang diperkirakan jauh lebih cepat dari kecepatan suara. Al-Biruni juga memiliki karya spesifik dalam bidang gravitasi.²

² Amelia Carolina Sparavigna, "The Science of al-Biruni", *Applied Science and Technology*, Desember (2013), hal. 7-8

Tulisan ini bertujuan mengungkap fakta-fakta konsep gaya gravitasi merupakan hasil temuan ilmuwan muslim sehingga dapat dimanfaatkan sebagai materi ajar Fisika di Madrasah, dengan penyesuaian materi dengan tingkat satuan pendidikan yang berlaku.

Metode

Dalam mengungkap kebenaran bahwa teori optik merupakan temuan ilmuwan muslim, metode penelitian yang dilakukan adalah kepustakaan berupa pengumpulan bukti-bukti kebenaran tentang teori optik dari beberapa sumber referensi.

Hasil dan Pembahasan

1. Hasil atau Temuan Gaya Gravitasi menurut al-Biruni

Al-Biruni merupakan fisikawan muslim yang memberikan sumbangan penting bagi pengukuran jenis berat (*specific gravity*) berbagai zat dengan hasil perhitungan yang cermat dan akurat. Konsep ini sesuai dengan prinsip dasar yang ia yakini bahwa seluruh benda tertarik oleh gaya gravitasi bumi.³ Berikut adalah dari metode yang digunakan oleh al-Biruni dalam mengadakan sebuah eksperimen⁴. Pertama-tama, al-Biruni menimbang sebuah benda di udara, kemudian ia menimbang benda yang sama di dalam air, dengan menempatkannya pada sebuah bejana yang berbentuk kerucut yang diberi sebuah lubang pada ketinggian tertentu. Setelah itu, ia menimbang air yang telah dipindahkan dari benda tersebut, dan dari berat air yang telah dipindahkan itu ia dapat mengetahui massa

³Asep Sulaiman, *Mengenal Filsafat Islam*, (Bandung: Fadillah Press, 2016), hal. 14

⁴Eugene A. Myers, Terjemahan, *Arabic Thought and The Western World in the Golden Age of Islam*, (Yogyakarta: Fajar Pustaka Baru, 2003), hal. 34

dari benda tersebut. Kemudian dengan membagi berat benda di udara dengan berat air yang telah diangkat ia tiba pada sebuah gravitasi tertentu dari benda, atau untuk lebih mendetailnya, gravitasi tertentu dari substansi yang dengannya suatu benda terbentuk.⁵



Gambar 1
Percobaan al-Biruni Mengenai Konsep Gaya Gravitasi

Teori ini merupakan pintu gerbang menuju hukum-hukum Newton 500 tahun kemudian. al-Biruni juga mengajukan hipotesa tentang rotasi bumi di sekeliling sumbunya. Konsep ini lalu dimatangkan dan diformulasikan oleh Galileo Galilei 600 tahun setelah wafatnya Al Biruni.⁶

2. Materi Gaya gravitasi Kelas XI di Madrasah

Penemuan gaya gravitasi oleh Newton dilakukan secara eksperimen dengan metode ilmiahnya. Disamping itu Newton menggunakan buku rujukan sebagai sumber bacaan yang berhubungan

⁵ Omar A. Farrukh, Terjemahan, *The Arab Genius In Science and Philosophy* (Washington D.C. Amerika Council of LearnetSocieties, 1945), hal. 62.

⁶ Asep Sulaiman, *Mengenal Filsafat....*, hal. 15

dengan pokok permasalahan yang dikembangkan yaitu gravitasi. Salah satu sumber buku rujukan Newton adalah teori gravitasi al-Biruni yang mengemukakan tentang gerak bumi mengitari matahari (heliosentris). Namun ia berpendapat, seperti pernah ia sampaikan dalam suratnya kepada Ibnu Sina, bahwa gerak eliptis lebih mungkin daripada gerak melingkar pada planet. al-Biruni konsisten mempertahankan pendapatnya tersebut, dan ternyata di kemudian hari terbukti kebenarannya menurut ilmu astronomi modern.⁷

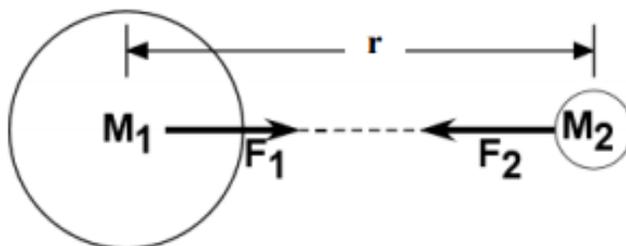
Dalam eksperimennya, Newton membandingkan antara besar gaya gravitasi bumi yang menarik bulan dan menarik benda-benda pada permukaan bumi. Percepatan gravitasi yang dialami setiap benda di permukaan bumi adalah $9,8 \text{ m/s}^2$. Jarak bulan dari pusat bumi atau jari-jari orbit bulan = $3,84 \times 10^8 \text{ m}$, dan jarak permukaan bumi dari pusat bumi atau jari-jari bumi = $6,4 \times 10^6 \text{ m}$. Ini berarti jarak bulan dari pusat bumi adalah $60 \times$ jarak permukaan bumi dari pusat bumi. Akhirnya Newton menyimpulkan bahwa besar gaya gravitasi bumi pada suatu benda F , berkurang dengan kuadrat jaraknya r , dari pusat bumi. Newton menyadari bahwa gaya gravitasi tidak hanya bergantung pada jarak, tetapi juga bergantung pada massa benda.⁸ Lebih lanjut dinyatakan bahwa Hukum III Newton menyatakan bahwa ketika bumi mengerjakan gaya gravitasi pada suatu benda (misal bulan), maka benda itu akan mengerjakan gaya pada bumi yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Newton terus berlanjut dalam menganalisis gravitasi.

⁷ Letmi Dwiridal, *Fisika Dalam Al-Qur'an*, (Padang: Universitas Negeri Padang, 2012), hal. 4-5

⁸ Priyadi Utomo, *Fisika Kelas XI*, (Bandung, Jawa Barat: BSE (Buku Sekolah Elektronik), 2008), hal. 3-5

Dia meneliti data-data yang telah dikumpulkan tentang orbit planet-planet mengitari matahari. Dari kumpulan data ini dia mendapatkan bahwa gaya gravitasi yang dikerjakan matahari pada planet yang menjaga planet tetap pada orbitnya mengitari matahari ternyata juga berkurang secara kuadrat terbalik terhadap jarak planet-planet itu dari matahari. Oleh karena kesebandingan kuadrat terbalik ini, maka Newton menyimpulkan bahwa gaya gravitasi matahari pada planetlah yang menjaga planet-planet tersebut tetap pada orbitnya mengitari matahari.⁹

Hukum gravitasi umum Newton, yang berbunyi: *Gaya gravitasi antara dua benda merupakan gaya tarik-menarik yang besarnya berbanding lurus dengan massa masing-masing benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak antara keduanya.*



Gambar 2
Diagram Gravitasi Antara Dua Buah Benda yang Terpisah Sejauh r

Besarnya gaya gravitasi dapat ditulis dengan persamaan matematis

$$F_{12} = F_{21} = F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

⁹ Moch. Ma'mur Tanudidjaja, *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*, (Jakarta: Pusat Perbukuan Depdikbud, 1996), hal. 113

Dengan:

$F_{12} = F_{21} = F =$ besar gaya tarik-menarik antara kedua benda (N)

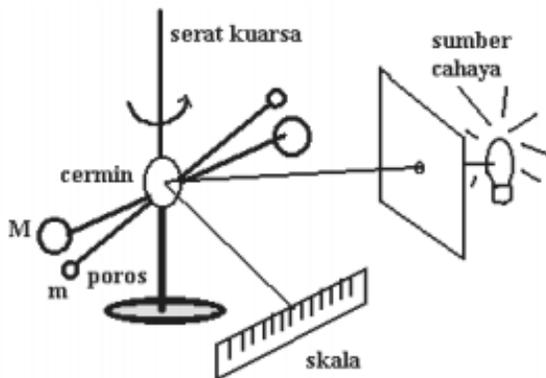
$G =$ tetapan umum gravitasi

$m_1 =$ massa benda 1 (kg)

$m_2 =$ massa benda 2 (kg)

$r =$ jarak antara kedua benda (m)

Saat itu Newton belum dapat mendefinisikan besar dari G . Nilai G tidak dapat diperoleh dari teori, namun harus melalui eksperimen. Orang yang pertama kali melakukan eksperimen untuk menentukan nilai G adalah Henry Cavendish, dengan menggunakan neraca torsi. Neraca seperti ini kemudian disebut neraca Cavendish. Bola dengan massa yang berbeda, yaitu m dan M yang dapat bergerak bebas pada poros, akan tarik menarik, sehingga akan memuntir serat kuarsa, sehingga cahaya yang memantul pada cermin pun akan bergeser pada skala.



Gambar 3
Neraca Cavendish untuk Menentukan Nilai G

Dengan mengkonversi skala, dan memperhatikan jarak m dan M serta massa m dan M , maka Cavendish menetapkan nilai G

sebesar $6,754 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$. Nilai ini kemudian kini dengan perlengkapan yang lebih canggih disempurnakan, sehingga diperoleh nilai:

$$G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}$$

Gaya gravitasi merupakan besaran vektor, sehingga bila suatu benda mengalami gaya tarik gravitasi dari lebih satu benda sumber gravitasi, maka teknik mencari resultannya dipergunakan teknik pencarian resultan vektor.¹⁰

3. *Pembelajaran Konsep Gaya Gravitasi di Madrasah*

Konsep gaya gravitasi yang diajarkan di Madrasah Aliyah kelas XI kebanyakan bersumber dari pemikiran ilmuwan barat, sebaiknya dijelaskan pula konsep gaya gravitasi menurut al-Biruni. Seperti halnya penemuan konsep gaya gravitasi al-Biruni dengan melakukan eksperimen pengukuran jenis berat (*specific gravity*) berbagai zat dengan hasil perhitungan yang cermat dan akurat. Konsep ini sesuai dengan prinsip dasar yang ia yakini bahwa seluruh benda tertarik oleh gaya gravitasi bumi. Kemudian eksperimen tersebut dikembangkan lagi oleh ilmuwan muslim, yaitu al-Khazini dengan menuliskan penemuannya dalam kitab Neraca Hikmah yang berisi tentang konsep gaya gravitasi. Teori ini merupakan pintu gerbang menuju hukum-hukum Newton 500 tahun kemudian, sehingga muncul teori gaya gravitasi Newton dan muncul lah Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton.

¹⁰ Adif M. S. dan Dhara N, *Fokus Pemantapan Materi Bank Soal Full Pembahasan Fisika*, (Solo: Genta Smart Publisher, 2016), hal. 7

Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan ternyata konsep gaya gravitasi al-Biruni mendasari konsep gaya gravitasi menurut Newton yang diajarkan di semua kelas XI di di Madrasah Aliyah. Tujuannya yaitu untuk memperkaya wawasan peserta didik tentang pengetahuan sains berperspektif Islam, memotivasi siswa untuk menjadi saintis muslim, sehingga umat muslim akan tersadarkan bahwa mereka punya sumber-sumber sains yang telah dikerjakan oleh ilmuwan mereka (muslim), dan dapat diajarkan oleh kita sebagai calon pendidik (guru) mengenai konsep gaya gravitasi kelak terjun di dunia lapangan pekerjaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adif M. S. dan Dhara N. *Fokus Pemantapan Materi Bank Soal Full Pembahasan Fisika*. Solo: Genta Smart Publisher, 2016.
- Dwiridal, L. *Fisika Dalam Al-Qur'an*. Padang: Universitas Negeri Padang (UNP), 2002.
- Farrukh, O. A. Terjemahan. *The Arab Genius In Science and Philosophy*. Washington: Amerika Council of Learnet Societies, 1945
- Irawan. “Wahyu Memandu Ilmu”. https://www.academia.edu/31985318/WAHYU_MEMANDU_ILMU (diakses 12 Juni 2017)
- Myers, E. A. *Arabic Thought and The Western World in The Golden Age of Islam*. Yogyakarta: Fajar Pustaka Baru, 2003.
- Sparavigna, Amelia Carolina. “The Science of al-Biruni”. *Applied Science and Technology*, 2013.
- Sulaiman, A. *Mengenal Filsafat Islam*. Bandung: Fadillah Press, 2016.
- Tanudidjaja, M. M. *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdikbud, 2016.
- Utomo, P. *Fisika Kelas XI*. Bandung: Buku Sekolah Elektronik, 2008.

Muhammad Rully Syaepudin: *Konsep Gaya Gravitasi...*