

KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI BENTUK BUMI

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Magister
dalam Ilmu Falak



Oleh:

Reza Akbar

NIM: 1600028012

Konsentrasi: Ilmu Falak

FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

PROGRAM STUDI S-2 ILMU FALAK

UIN WALISONGO SEMARANG

2018

KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI BENTUK BUMI

TESIS

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Magister
dalam Ilmu Falak



Oleh:

Reza Akbar

NIM: 1600028012

Konsentrasi: Ilmu Falak

FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

PROGRAM STUDI S-2 ILMU FALAK

UIN WALISONGO SEMARANG

2018

Persembahan

Kupersembahkan karya kecil ini untuk:

Orangtuaku:

Bapak Umumhan & Ibu Inna Herawati

U. Solihin & Hj. Mahlia Rasmi

Istriku tersayang

U.Sulia Sukmawati S.Si, M.E.

Kedua buah hatiku:

Naira Adzkia Akbar & Daud Adzka Akbar

Saudara-Saudaraku:

*Desy Rosaline, SP., Fitri Yulianti, S.H., Vima Pablina,
S.P, Vina S.Pd*

Para Guru dan Dosen,

Para Sahabat

MOTTO

Menulis adalah warisan terbaik bagi dunia dan aku ingin menjadi bagian darinya

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Reza Akbar**
NIM : 1600028012
Judul Penelitian : **Kajian Kritis atas Teori-Teori Bentuk Bumi**
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Konsentrasi : Ilmu Falak

Menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI BENTUK BUMI

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 1 Juli 2018

Pembuat Pernyataan,

Reza Akbar

NIM: 1600028012



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SYARIAH DAN HUKUM

Jl. Prof. Dr. Hamka Semarang 50185 Tlp. (024)7601291, Fax. (024)7624691, Web: <http://fs.walisongo.ac.id>

FTM-07

PENGESAHAN PERBAIKAN HASIL UJIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan telah menyetujui Tesis mahasiswa :

Nama : Reza Akbar

NIM : 1600028012

Prodi : S2 Ilmu Falak

Judul : KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI BENTUK BUMI

yang telah diujikan pada tanggal 7 Juni 2018 dan dinyatakan LULUS oleh majelis penguji :

NAMA	TANGGAL	TANDA TANGAN
<u>Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag</u> Ketua Majelis	9/7-2018	
<u>Prof. Dr. H. A. Fatah Idris, M.Si</u> Sekretaris	9/7-2018	
<u>Dr. H. Mahsun, M.Ag</u> Penguji 1	9/7-2018	
<u>Dr. H. Agus Nurhadi, MA</u> Penguji 2	9/7/2018	

NOTA DINAS

Semarang, 28 Mei 2018

Kepada
Yth. Direktur Pascasarjana
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

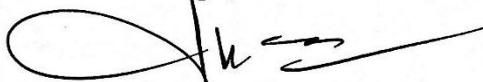
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Reza Akbar**
NIM : 1600028012
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Konsentrasi : Ilmu Falak
Judul Penelitian : **KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI
BENTUK BUMI**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada
Pascasarjana UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian
Tesis.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing I,



Prof. Dr. H. A. Fatah Idris, M.SI.
NIP. 195208051983031002

NOTA DINAS

Semarang, 21 Mei 2018

Kepada
Yth. Direktur Pascasarjana
UIN Walisongo
di Semarang

Assalamu 'alaikum wr. wb.

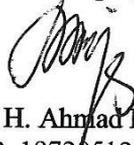
Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi terhadap tesis yang ditulis oleh:

Nama : **Reza Akbar**
NIM : 1600028012
Program Studi : S2 Ilmu Falak
Konsentrasi : Ilmu Falak
Judul Penelitian : **KAJIAN KRITIS ATAS TEORI-TEORI
BENTUK BUMI**

Kami memandang bahwa tesis tersebut sudah dapat diajukan kepada Pascasarjana UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Ujian Tesis.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Pembimbing II,



Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag
NIP. 197205121999031003

PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Transliterasi Arab-Latin berdasarkan Surat Keputusan Bersama Menteri Agama RI dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 158/1987 dan 0543 b/U/1987, tanggal 22 Januari 1988.

A. Konsonan Tunggal

Huruf Arab	Nama Latin	Huruf	Keterangan
ا	Alief	-	Tidak dilambangkan
ب	Bā'	B	-
ت	Tā'	T	-
ث	Ṡā'	Ṡ	s dengan titik di atasnya
ج	Jim	J	-
ح	Ḥā'	Ḥ	h dengan titik di bawahnya
خ	Khā'	Kh	-
د	Dāl	D	-
ذ	Ẓāl	Ẓ	z dengan titik di atasnya
ر	Rā'	R	-
ز	Zā'	Z	-
س	Sīn	S	-
ش	Syīn	Sy	-
ص	Ṣād	Ṣ	s dengan titik di bawahnya
ض	Ḍād	Ḍ	d dengan titik dibawahnya
ط	Ṭā'	Ṭ	t dengan titik di bawahnya
ظ	Ẓā'	Ẓ	z dengan titik di bawahnya
ع	'Ain	'	Koma terbalik di atasnya
غ	Gain	G	-

ف	Fā'	F	-
ق	Qāf	Q	-
ك	Kāf	K	-
ل	Lām	L	-
م	Mīm	M	-
ن	Nūn	N	-
و	Wāwu	W	-
ه	Hā'	H	-
ء	Hamzah	'	Apostrof
ي	Yā'	Y	-

B. Konsonan Rangkap

Konsonan rangkap, termasuk tanda *Sya'ādah*, ditulis lengkap

أحمدية : ditulis *Ahmadiyah*

C. Tā' Marbūṭah di akhir Kata

1. Bila dimatikan ditulis h, kecuali untuk kata-kata Arab yang sudah terserap menjadi bahasa Indonesia

جماعة : ditulis *jamā'ah*

2. Bila dihidupkan karena berangkai dengan kata lain, ditulis t.

نعمة الله : ditulis *ni'matullāh*

زكاة الفطر : ditulis *zakātul-fītri*

D. Vokal Pendek

Fathah ditulis a, kasrah ditulis i, dan dammah ditulis u

E. Vokal Panjang

1. a panjang ditulis ā, i panjang ditulis ī dan u panjang ditulis ū, masing-masing dengan tanda (ˉ) di atasnya
2. Fathah + yā' tanpa dua titik yang dimatikan ditulis ai, dan fathah + wāw mati ditulis au

F. Vokal-vokal Pendek yang Berurutan dalam satu kata dipisahkan dengan apostrof (')

أَنْتُمْ : ditulis a'antum

مُؤْتَت : ditulis mu'annas

G. Kata Sandang Alief + Lām

1. Bila diikuti huruf Qamariyyah ditulis al-

الْقُرْآن : ditulis al-Qur'an

2. Bila diikuti huruf syamsiyyah, huruf i diganti dengan huruf syamsiyah yang mengikutinya

التَّبِيعَة : ditulis asy-syī'ah

H. Huruf Besar

Pemulisan huruf besar disesuaikan dengan EYD

I. Kata dalam Rangkaian Frase dan Kalimat

1. Ditulis kata per kata, atau
2. Ditulis menurut bunyi atau pengucapannya dalam rangkaian tersebut

سَيِّحُ الْإِسْلَام : ditulis syaikh al-Islām atau syaikhul-Islām

J. Lain-Lain

Kata-kata yang sudah dibakukan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (seperti kata *ijmak*, *nas*, dll), tidak mengikuti pedoman transliterasi ini dan ditulis sebagaimana dalam kamus tersebut.

Kajian Kritis atas Teori-Teori Bentuk Bumi

ABSTRAK

Salah satu kritik terhadap teori-teori ilmiah yang akhir-akhir ini sering didengar adalah kritik komunitas Bumi datar yang mengklaim bahwa bukti visual foto Bumi merupakan suatu bentuk kebohongan. Menurut Popper, hadirnya sederet bukti-bukti yang sesuai dengan hipotesis untuk memperkuat teori adalah sesuatu yang sulit dipercaya, bahkan tidak masuk akal. Apabila pemikiran Popper ini dikaitkan dengan bukti visual foto Bumi yang selama ini diakui kebenarannya maka konsekuensinya adalah foto-foto tersebut sebenarnya tidak dapat memperkuat atau memperlemah bagi teori Bumi bulat. Kebangkitan kembali pemikiran Bumi datar merupakan upaya untuk menawarkan paradigma baru. Menurut Kuhn, perubahan saintifik dalam skala besar selalu membutuhkan dua hal yaitu krisis dan paradigma baru. Perdebatan bentuk Bumi apakah bulat atau pun datar, menjadi sebuah isu yang patut dicermati karena pandangan terhadap bentuk Bumi akan memengaruhi paradigma di dalam penentuan arah kiblat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui progres teori-teori bentuk Bumi, memprediksi kelanjutan teori-teori tersebut, dan menjelaskan adanya dialektika di dalam persoalan arah kiblat menggunakan metode induktif melalui pendekatan sains dan filsafat ilmu. Adapun temuan dari penelitian ini adalah progres sains teori Bumi datar masih sangat rendah. Sedangkan progres sains teori Bumi bulat telah menempuh tahapan yang ideal, namun telah keluar dari permainan ilmiah. Selain itu, kebenaran sains yang sifatnya sementara memungkinkan peluang krisis teori-teori bentuk Bumi di masa mendatang dengan melakukan sejumlah pengujian atau mengharapakan fenomena yang bertentangan dengan teori. Temuan lainnya adalah perdebatan kedua teori dalam persoalan penentuan arah kiblat dapat ditengahi dengan penjelasan teori dialektika yang menghasilkan sebuah sintesis yaitu metode rashdul kiblat global.

Kata Kunci: Popper, Kuhn, Dialektika, Teori Bumi bulat, Bumi datar, Arah Kiblat.

Critical Study on The Earth's Shape Theories

ABSTRACT

One of the criticisms to the scientific theories that have recently been proposed is the criticism from flat Earth community who claims that visual proofs of the Earth are hoax. According to Popper, the presence of a series of proofs that fit the hypothesis to confirm a theory is unbelievable, even unreasonable. If Popper's notions are associated with visual evidence of Earth photographs that have been recognized for the truth then the consequences are that the photographs cannot actually confirm or diminish the spherical earth theory. The revival of flat Earth theory is an attempt to offer a new paradigm. According to Kuhn, large-scale scientific changes always require two things: a crisis and a new paradigm. The controversy of the Earth's shape whether spherical or flat is an worthy issue to review because the view of the Earth's geometry will affect the paradigm in determining the direction of Qibla. This study aims to determine the progress of theories of Earth's shape, to predict the continuity of the theories, and to explain the presence of dialectics in the case of determination of Qibla direction by using inductive method through scientific approach and philosophy of science. The findings of this research is the scientific progress of the flat Earth theory is still very superficial while the scientific progress of the spherical Earth theory has taken the ideal stage, but has been out of the scientific rules. In addition, the temporary truth of science permits the possibility of future crises of Earth's shape theories by performing a number of tests or expecting contradictory phenomena to theory. Another finding is that the debate between the two theories in the case of determining the direction of Qibla can be mediated by explanation of the dialectical theory that yields a synthesis namely the method of global rashdul qibla.

Keywords: Popper, Kuhn, Dialectic, spherical Earth Theory, Flat Earth, Qibla Direction.

الدراسة النقدية على نظريات شكل الأرض

ملخص

إنقاذ من الانتقادات للنظريات العلمية التي نسمعه غالباً مؤخراً هو انتقاد من مجتمعات الأرض المسطحة التي تصرح أن البراهين البصرية من صور الأرض أشكال الكذب. وقال بوبر إن وجود سلسلة من الأدلة التي تناسب فرضية لتعزيز النظرية أمر مشكوك ، حتى غير معقول. إذا أفكار بوبر مرتبطة بدليل مرئي لصور الأرض التي اعترفت الحقيقة فإن العواقب تكون الصور غير قادرة على تعزيز أو إضعاف نظرية الأرض الكروية في الواقع. إن إحياء فكرة من مجتمعات الأرض المسطحة هو محاولة لتقديم نموذج جديد. وقال كوهن ، تتطلب التغييرات العلمية الواسعة دائماً شيئين: أزمة ونموذج جديد. الجدل حول شكل الأرض هل كان كروية أم مسطحة ، يصبح قضية التي تبغي مراعاتها لأن نظراً عن شكل الأرض سوف يؤثر على نموذج في تعيين سمت القبلة. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تقدم نظريات شكل الأرض ، تنبأ استمرار النظريات في المستقبل ، وتوضيح وجود دياكتيك نظريات شكل الأرض في شأن تعيين سمت القبلة باستخدام طريقة استقرائية بواسطة المنهج العلمي وفلسفة العلم. نتأج هذه الدراسة هي تقدم العلم من نظرية الأرض المسطحة لا يزال منخفضاً جداً ، في حين تقدم العلم من نظرية الأرض الكروية اجتاز مرحلة مثالية ، ولكن كان خارجاً من النظام العلمية. بالإضافة إلى ذلك ، تسمح الحقيقة المؤقتة للعلم بإمكانية حدوث أزمات في المستقبل لنظريات شكل الأرض بطريق إجراء عدد من الاختبارات أو توقع ظواهر مخالفة للنظرية. المكتشف الآخر ، فإن النقاش كلتا النظريتين في شأن تعيين سمت القبلة يمكن توسطه بنظرية الديالكتيك الذي ينتج التركيب أي طريقة رصد القبلة العالمية.

الكلمات الرئيسية: بوبر ، كوهن ، دياكتيك ، نظرية الأرض الكروية ، الأرض المسطحة ، سمت القبلة

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat-Nya, nikmat yang tiada dapat dihitung jumlahnya, terutama iman dan Islam yang hanya dengannya kita dapat menjadi manusia seutuhnya, mampu menempuh jalan yang sebaik-baiknya menuju kebahagiaan dunia dan akhirat. Solawat dan salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada junjungan umat, Nabi Muhammad saw., para keluarga, sahabat, dan pengikut-pengikut beliau hingga akhir zaman.

Karya tulis yang berjudul “Kajian Kritis atas Teori-Teori Bentuk Bumi” ini merupakan tugas akhir penulis sebagai mahasiswa pascasarja di UIN Walisongo Semarang. Penyelesaian penulisan karya ini tidak lepas dari ide-ide, saran, dan kritik yang amat konstruktif dari pihak-pihak yang telah menjalin komunikasi akademis dengan penulis. Oleh karenanya, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhibbin, M.Ag., Rektor UIN Walisongo Semarang
2. Prof. Dr. H. Ahmad Rofiq, M.Ag., Direktur Pascasarjana UIN Walisongo Semarang
3. Dr. H. Akhmad Arif Junaidi, M.Ag., Dekan Fakultas Syari’ah dan Hukum UIN Walisongo Semarang
4. Prof. Dr. H. A. Fatah Idris, M.SI., Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan memberikan ide-ide yang sangat berharga sehingga penulis banyak menemukan pengetahuan baru dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir.
5. Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., Dosen Pembimbing Tugas akhir sekaligus Ketua Prodi S2 Ilmu Falak atas waktu,

masukan, motivasi, dan ide-ide yang konstruktif sehingga penulis bersungguh-sungguh menyelesaikan penulisan karya ini secara optimal.

6. Dr. H. Tolkhatul Khoir, M.Ag, Dr. H. Agus Nurhadi, M.A. selaku Dosen Penguji dalam sidang proposal Tesis yang juga memberikan ide-idenya yang sangat konstruktif.
7. K.H. Slamet Hambali, M.SI, Dosen Mata Kuliah Problematika Fikih dan Sains yang berkolaborasi dengan Dr. H. Ahmad Izzuddin, M.Ag., yang dengan mata kuliah ini penulis mulai mendapatkan inspirasi awal penulisan sehingga berlaanjut menjadi judul tugas akhir.
8. Para dosen Mata kuliah yang telah banyak memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi selama perkuliahan.
9. Para staf dan pegawai Program Studi S2 Ilmu Falak yang sangat membantu memudahkan penulis secara administratif.
10. Rekan-rekan sekelas dan semua pihak yang telah membantu penulis baik langsung maupun tidak langsung.

Penulis begitu menyadari bahwa karya kecil ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, koreksi dan saran yang bersifat konstruktif sangat berharga untuk perbaikan karya ini. Penulis berharap karya ini dapat menambah wawasan bagi pencinta ilmu falak dan bermanfaat baik bagi kalangan akademis maupun para masyarakat secara umum.

Semarang, 10 Juli 2018

Penulis,

Reza Akbar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
PENGESAHAN.....	v
NOTA DINAS.....	vi
PEDOMAN TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	viii
ABSTRAK.....	xii
KATA PENGANTAR.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pertanyaan Penelitian.....	9
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	10
D. Kajian Pustaka.....	11
E. Metode Penelitian.....	16
F. Sistematika Pembahasan.....	21
BAB II PANDANGAN UMUM KEBUMIHAN DAN ALAM SEMESTA, KRITIK TERHADAP PERKEMBANGAN SAINS, DAN TEORI DIALEKTIKA.....	23
A. Evolusi Pandangan Umum Kebumihan dan Alam Semesta....	23
B. Pandangan Umum Kebumihan dan Alam Semesta Berdasarkan Sains.....	32
C. Pandangan Umum Kebumihan dan Alam Semesta Berdasarkan Teori Bumi Datar.....	38
D. Pandangan Kritis Popper dan Kuhn terhadap Perkembangan Sains.....	45
E. Teori Dialektika.....	59

BAB III KAJIAN KRITIS PROGRES SAINS TEORI-TEORI BENTUK BUMI DAN KELANJUTANNYA DI MASA	
MENDATANG	62
A. Progres Sains Teori Bumi Datar	63
B. Progres Sains Teori Bumi Bulat	80
C. Kajian Kritis Progres Sains Teori Bumi Datar dan Bulat ...	102
D. Kajian Kelanjutan Teori Bumi Datar dan Bulat di Masa Mendatang.....	115
BAB IV DIALEKTIKA TEORI-TEORI BENTUK BUMI DALAM PERSOALAN PENENTUAN ARAH KIBLAT	
A. Pengantar.....	127
B. Tesis (Paradigma Bumi Bulat).....	131
C. Antitesis (Paradigma Bumi Datar)	143
D. Sintesis (Paradigma yang Tidak Bergantung pada Bentuk Bumi.....	146
BAB V PENUTUP.....	
A. Kesimpulan	156
B. Saran.....	157
DAFTAR PUSTAKA	159

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Formula Vincenty dan Segitiga Bola untuk Markaz Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT)	X
Lampiran 2. Biodata Penulis.....	XIV

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data Ellipsoid Bumi	36
------------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema langkah-langkah penelitian	20
Gambar 2. Perubahan kenampakan bintang kutub akibat gerak presesi Bumi.....	35
Gambar 3. Ilustrasi gerak presesi (P) dan Nutasi (N) pada rotasi Bumi (R)	35
Gambar 4. Pembagian lapisan atmosfer berdasarkan temperatur	37
Gambar 5. Ilustrasi kedudukan Matahari dan Bulan di dalam teori <i>flat earth</i>	39
Gambar 6. Letak kutub utara, ekuator, dan selatan menurut teori Bumi datar.....	42
Gambar 7. Tahap perkembangan sains menurut Kuhn.....	57
Gambar 8. Kepercayaan bangsa-bangsa Kuno tentang Bumi datar ...	64
Gambar 9. Eksperimen Samuel Birley Rowbotham.....	68
Gambar 10. Ilustrasi <i>stellar parallax</i>	70
Gambar 11. Gambaran permukaan Bumi menurut Rowbotham	71
Gambar 12. Ilustrasi perhitungan jarak Matahari ke Bumi.....	73
Gambar 13. Contoh perhitungan jarak Matahari oleh komunitas FE101	74
Gambar 14. Eksperimen Al-Bīrūnī menghitung ketinggian gunung..	87
Gambar 15. Eksperimen Al-Bīrūnī menghitung jari-jari Bumi.....	88
Gambar 16. Konsep tata surya Ptolemy	92
Gambar 17. Foto lengkungan Bumi pertama tahun 1947.....	99
Gambar 18. Foto Bumi dari Apollo 4 tahun 1967.....	100
Gambar 19. Foto Bumi dari Apollo 10 tahun 1969.....	101
Gambar 20. Foto Bumi dari satelit cuaca NOAA tahun 2017	102
Gambar 21. Bantahan keaslian foto Bumi oleh komunitas Bumi datar	113
Gambar 22. Lintasan revolusi Bumi menyebabkan deklinasi Matahari	117
Gambar 23. Ilustrasi gerak melingkar Matahari saat dekat dari pusat Bumi.....	118
Gambar 24. Ilustrasi gerak melingkar Matahari saat jauh dari pusat Bumi.....	119
Gambar 25. Geometri terjadinya gerhana Bulan	122

Gambar 26. Lingkaran besar yang membentuk segitiga bola.....	137
Gambar 27. Segitiga bola ABC yang menghubungkan titik A (Ka'bah), titik B (tempat), dan titik C (kutub utara)	138
Gambar 28. Segitiga datar ABC yang menghubungkan titik A (Ka'bah), titik B (tempat), dan titik C (kutub utara)	145
Gambar 29. Ilustrasi rashdul kiblat global di bidang datar dan bidang bola/ellipsoid.....	148

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Akhir-akhir ini sering didengar adanya kritik yang tajam oleh ilmuwan-ilmuwan modern sendiri terhadap teori-teori ilmiah yang selama ini telah dipandang mapan.¹ Salah satu bentuk kritik tersebut berasal dari komunitas Bumi datar atau yang dikenal dengan *flat earth* (FE).² Menurut sebagian kalangan yang berpaham *globe earth* (GE)³, paham FE ini dianggap cukup meresahkan karena bertentangan dengan sains yang selama ini dianut bahwa Bumi itu bulat. Selain itu, tantangan ini tampaknya memiliki kekuatan dari sisi argumentasi ilmiah ditambah dengan pendukung yang ada hampir di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Tokoh-tokoh pengusung paham ini pun tidak semata-mata hanya berasal dari pengikut agama tertentu melainkan juga diusung oleh pakar-pakar sains. Keseriusan gerakan paham Bumi datar ini sangat jelas, misalnya propaganda-

¹ Tholkatul Khoir, *Epistemologi Ilmu Hudluri*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2010), 120.

² Anggapan bahwa bumi ini datar bentuknya merupakan contoh dari teori. Atas dasar teori ini, peta bumi yang pertama dibuat juga menggambarkan Bumi sebagai suatu lempeng berbentuk lingkaran yang titik pusatnya sering sekali juga melambangkan Kota Yerusalem. Lihat Andi Hakim Nasoction, *Pengantar ke Filsafat Sains*, (Jakarta: PT. Pustaka Litera AntarNusa, 1999), 9.

³ GE ini adalah penyebutan untuk Bumi bulat yang diyakini sebagian besar kalangan sains dan masyarakat seluruh dunia.

propaganda melalui video, buku-buku, diskusi, dan gerakan nasional menghitung jarak Matahari.

Adu argumentasi dan forum diskusi seputar kontroversi bentuk Bumi antara pendukung FE dan GE pun cukup gencar, terutama di dunia maya. Diskusi tatap muka secara langsung pun dilakukan, misalnya diskusi antara beberapa anggota FE101 dengan Kepala Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN). LAPAN menerima banyak pertanyaan dari para pendukung FE dengan pola pertanyaan yang hampir sama. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dimaksudkan untuk menjadi pembenaran bagi konsep FE dan sekaligus bantahan terhadap teori GE atau sains. Hal ini mengundang klarifikasi, pembelaan, dan pembenaran dari berbagai kalangan GE, salah satunya oleh Kepala LAPAN, Prof. Dr. Thomas Djamaluddin. Ia juga menganggap bahwa FE hanyalah “dongeng” tanpa landasan ilmiah.⁴

Di dalam tubuh umat Islam, ternyata terdapat sebagian kecil umat Islam yang berpegang kepada teks al-Qur'an yang tertulis secara tekstual dan kemudian mengklaim bahwa Bumi ini diam dan Matahari lah yang bergerak secara mutlak berdasarkan firman-firman Allah. Bahkan mereka berani mengafirkan dan mengklaim sesat bagi orang-orang yang berkeyakinan lain misalnya Bumi ini bergerak

⁴ LAPAN secara resmi tidak membuka forum diskusi ilmiah mengenai persoalan bentuk bumi. Informasi ini penyusun peroleh dari blog pribadi Ketua LAPAN <https://tdjamaluddin.wordpress.com>, yang diakses tanggal 22 November 2017.

(berotasi dan berevolusi) berdasarkan pandangan sains. Mereka memandang bahwa seseorang yang tidak percaya bahwa Bumi ini diam telah melawan ayat-ayat al-Qur'an yang secara jelas menyatakan bahwa Bumi ini diam dan Matahari lah yang bergerak.⁵ Persoalan ini menjadi masalah yang sangat serius karena dapat menyebabkan gap-gap aliran sains. Dampak lainnya adalah terbangunnya opini untuk percaya kepada sains modern atau percaya kepada al-Qur'an.

Bukti visual berupa foto Bumi diklaim oleh komunitas Bumi datar sebagai suatu bentuk kebohongan (*hoax*) kepada publik.⁶ Klaim *hoax* ini disebabkan adanya kejanggalan dalam rekaman ekspedisi ruang angkasa pertama tahun 1969, seperti gerakan bendera yang dibawa para astronot seolah-olah menunjukkan adanya angin di Bulan. Mereka juga memandang adanya efek pencahayaan dan beberapa properti yang memperlihatkan situasi studio. Selain itu, foto-foto Bumi yang dilansir NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dinilai tidak konsisten dari segi warna, ukuran, dan

⁵ Abdul 'Azīz ibn Bāz, *Al-Adillah An-Naqliyyah Walhissiyyah 'Alā Imkānishu'ūdi Ilalkawākibi Wa'alā Jaryānisysyamsi Walqamari Wasukūni Al-Ardhi*, (Riyadh: Maktabah Ar-Riyādh Al-Hadīstah, 1982), Cetakan kedua, 72.

⁶ Erick Dubay, *The Flat Earth Conspiracy*, terj. Indriani G., (Yogyakarta: Bumi Media, 2016), 289.

bentuk benua.⁷ Padahal, foto Bumi inilah yang menjadi satu-satunya bukti verifikatif observasional yang tak terbantahkan.

Menurut Popper⁸, hadirnya sederet bukti-bukti yang sesuai dengan hipotesis untuk memperkuat teori adalah sesuatu yang sulit dipercaya, bahkan tidak masuk akal. Konfirmasi adalah mitos atau cerita yang dibuat-buat. Ini menegaskan bahwa kebenaran proposisi suatu ilmu tidak ditentukan melalui uji verifikasi, tetapi upaya penyangkalan atas kebenarannya melalui berbagai percobaan yang sistematis.⁹ Artinya, kebenaran teori sains tidak dapat pernah didukung oleh bukti-bukti observasional sehingga tidak mungkin jika sebuah teori membuat begitu banyak prediksi yang semuanya sesuai

⁷ J. Ardian dkk. *Benarkah Bumi itu datar? 100 Klaim Bukti Ilmiah Menurut Flar Earth Society dan bantahannya*. (Yogyakarta: Narasi, 2017), 112.

⁸ Sir Karl Raymund Popper lahir di Vienna, Austria, 28 Juli 1902 dan meninggal di London, Inggris, 17 September 1994. Dia disebut sebagai filsuf terbesar abad ke-20 di bidang filsafat ilmu. Popper dikenal tokoh kontroversial dengan gagasan falsifikasinya sebagai lawan dari verifikasiisme dan induktivisme klasik dalam metode ilmiah. Falsifikasi mengatakan bahwa suatu teori ilmiah tidaklah terbukti keilmiahannya hanya dengan pembuktian saja, tapi harus diusahakan mencari kesalahan dari teori tersebut sampai kemudian teori tersebut bisa difalsifikasi. Lihat Wikipedia, “Karl Popper”, diakses tanggal 10 Maret 2018, https://id.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper.

⁹ Komarudin, “Falsifikasi Karl Popper dan Kemungkinan Penerapannya dalam Keilmuan Islam”, *Jurnal at-Taqaddum*, Volume 6, Nomor 2, November (2014): 451, diakses 2 Maret 2018. DOI : 10.21580/at.v6i2.720.

dengan yang diharapkan.¹⁰ Apabila pemikiran Popper dikaitkan dengan bukti visual foto Bumi yang selama ini diakui kebenarannya maka konsekuensinya adalah foto-foto dan segala yang hal yang berkaitan dengan kesamaan antara hasil observasi dan hipotesis awal menjadi diragukan kebenarannya.

Ilmu falak¹¹ dibangun dan semakin berkembang karena sumbangsih pemikiran dan hasil penemuan sains modern. Teori segitiga bola, formula Vincenty, dan berbagai algoritma misalnya telah memberikan manfaat yang sangat besar bagi ilmu falak terkait dengan perhitungan arah kiblat, awal bulan, perhitungan gerhana, dan berbagai pengamatan lainnya. Dengan demikian, kritikan terhadap sains oleh komunitas Bumi datar menjadi sangat penting untuk dikaji karena baik secara langsung maupun tidak langsung, akan memberikan implikasi bagi ilmu falak. Pengetahuan yang mendalam mengenai perdebatan bentuk Bumi akan memberikan manfaat yang sangat besar bagi penggiat ilmu falak, bukan karena permasalahan sains semata melainkan juga berkaitan dengan paradigma sains itu sendiri, apakah merupakan sebuah fakta yang telah terbukti

¹⁰ Peter Godfrey Smith, *An Introduction To The Philosophy of Science: Theory and Reality*. (Chicago: The University of Chicago Press, 2003), 59.

¹¹ Ilmu falak di dalam Islam lebih dikenal dengan astronomi praktis ('amaliy) yang mempelajari hal-hal yang berkaitan arah kiblat, waktu-waktu shalat, awal bulan, dan gerhana. Lihat Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: dalam Teori dan Praktik*, (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 2.

kebenarannya atau hanya sebuah teori yang kebenarannya hanya sampai dugaan (*conjecture*).

Kontroversi antarteori dan pendapat tentang bentuk bumi menjadi persoalan yang sulit ditentukan benar salahnya. Masing-masing teori dan pendapat memiliki sejumlah argumentasi yang kuat, walaupun masing-masing juga memiliki sejumlah kelemahan. Di sini, seolah-olah terdapat pola persaingan antara dua teori besar yang dari sejak dulu sudah berlangsung. Dari pihak penganut Bumi datar, era saat ini menjadi masa kebangkitan karena terdapat bukti-bukti yang cukup kuat bahwasanya bentuk Bumi bulat hanyalah sebuah teori, tidak sampai pada pembuktian total secara visual yang dapat diterima. Bukti-bukti visual Bumi yang dilansir oleh NASA oleh sebagian kalangan sudah nyata-nyata ditolak karena mengandung sejumlah kejanggalan. Bukan hanya itu, mereka mengklaim bahwa semua pendaratan di Bulan, Mars, keberadaan satelit yang mengorbit, stasiun-stasiun ruang angkasa, dan semua gambar-gambar dari Hubble adalah palsu.¹²

Persoalan perdebatan bentuk Bumi sebenarnya sudah berlangsung lama. Ptolemy di dalam *Almagest*nya menguraikan cukup panjang mengapa bentuk Bumi yang paling masuk akal adalah bulat, bukan datar atau bentuk lainnya.¹³ Ini mengindikasikan bahwa

¹² Eric Dubay, *The Flat Earth Conspiracy*, Penerjema: Indriani G. (--- --: Bumi Media, 2016), 193-194.

¹³ Ptolemy. *Ptolemy's Almagest*, Penerjemah G.J. Toomer. (New Jersey: Princeton University Press, 1984). 40.

perbedaan pandangan mengenai bentuk Bumi memang sudah ada di awal kemunculan dan perkembangan sains. Hanya saja, sejarah telah mencatat bahwa perdebatan antarteoris pada akhirnya akan menimbulkan siapa yang menang dan kalah, teori mana eksis dan teori mana yang tumbang. Misalnya, teori geosentris tumbang oleh teori heliosentris yang dipelopori oleh Nicolas Copernicus (1473-1543), di mana teori yang dikembangkan adalah bukan Bumi yang dikelilingi Matahari, melainkan sebaliknya, dan planet-planet serta satelit-satelitnya juga mengelilingi Matahari. Teori ini pernah dilakukan uji kelayakan oleh *Galileo Galilei* dan *John Kepler* walaupun ada perbedaan dalam lintas planet mengelilingi Matahari.¹⁴

Kebangkitan kembali pemikiran Bumi datar saat ini merupakan penolakan terhadap paradigma sains yang disepakati. Upaya ini juga merupakan usaha untuk menawarkan paradigma baru dengan menunjukkan sejumlah kelemahan paradigma sains. Menurut Kuhn¹⁵, perubahan saintifik dalam skala besar selalu membutuhkan dua hal

¹⁴Ahmad Izzuddin, "Pemikiran Hisab Rukyah Klasik (Studi Atas Pemikiran Muhammad Mas Manshur al -Batawi), Jurnal Hukum Islam (JHI), Volume 13, Nomor 1, Juni (2015): 43, diakses tanggal 9 Januari 2018, <https://media.neliti.com/media/publications/201819-pemikiran-hisab-rukayah-klasik-studi-atas.pdf>.

¹⁵ Thomas Samuel Kuhn (18 Juli 1922 – 17 Juni 1996) adalah seorang filsuf, fisikawan, dan sejarawan Amerika Serikat yang menulis buku *The Structure of Scientific Revolutions* pada tahun 1962 yang sangat berpengaruh dalam dunia akademik. Buku tersebut memperkenalkan istilah *paradigm shift* atau pergeseran paradigma. Lihat Wikipedia, "Thomas Kuhn", diakses tanggal 10 Maret 2018, https://id.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn.

yaitu suatu krisis dan kemunculan kandidat paradigma baru. Tanpa krisis, saintis tidak akan memiliki motivasi untuk mempertimbangkan perubahan radikal.¹⁶ Dengan mengkaji pandangan Kuhn tentang bagaimana progres sains yang terdiri atas beberapa tahapan¹⁷, dapat dilihat progres yang dialami oleh masing-masing penganut teori untuk mengetahui sejauh mana perkembangan yang dilaluinya. Selain itu, kelanjutan dari masing-masing teori juga dapat diprediksi. Progres sains hingga saat ini dan kelanjutannya di masa mendatang menjadi kajian yang penting dan menarik karena bagi penganut bentuk Bumi yang saat ini sedang bertarung dapat melihat pencapaian dan kekuatan mereka sejauh ini serta peluang kelanjutannya di masa yang akan datang.

Terdapat hubungan yang erat antara “kepastian” bentuk Bumi dengan proses peribadatan umat Islam yaitu dalam persoalan penentuan arah kiblat karena bentuk Bumi ini berkaitan dengan model perhitungan yang akan digunakan seperti formula segitiga datar untuk paradigma Bumi datar dan formula segitiga bola dan formula Vincenty untuk paradigma Bumi bola dan ellipsoid. Bagi mereka yang dapat melihat Ka’bah, hal ini bukan menjadi persoalan. Namun, berbeda bagi mereka yang jauh dari Ka’bah. Permasalahan penentuan arah kiblat ini bagi mereka yang jauh dari Ka’bah sangat

¹⁶ Smith, *An Introduction To*, 88.

¹⁷ Progres sains berdasarkan pandangan Kuhn terdiri atas beberapa tahapan yaitu prasains (praparadigma)-sains normal-krisis-revolusi-sains normal baru-krisis baru dan seterusnya.

bergantung pada sains seperti kaidah perhitungan atau pengamatan tertentu. Padahal menurut Popper dan Kuhn, kebenaran sains bersifat relatif dan sementara, serta tidak semata-mata dirujuk atas fakta.¹⁸ Dalam perdebatan bentuk Bumi apakah bulat, ellipsoid, atau pun datar, menjadi sebuah isu yang patut dicermati khususnya dalam pemilihan metode yang paling tepat atau dikatakan sebagai paradigma dalam penentuan arah kiblat. Paradigma yang paling tepat ini adalah metode penentuan arah kiblat yang dapat diterima dengan pendekatan Bumi datar, bola, dan ellipsoid. Metode yang demikian sifatnya dapat berupa sesuatu yang baru atau pemahaman baru dari beberapa metode yang ada sehingga dapat dikatakan sebagai hasil dialektika dari teori-teori bentuk Bumi. Dikatakan demikian, karena suatu sintesis dari sebuah tesis dan antitesis pada dasarnya merupakan hasil dialog keduanya yang melahirkan konsep dialektik yang dapat menengahi kedua pandangan yang saling bertentangan.

B. Pertanyaan Penelitian

Berangkat dari latar belakang di atas, dirumuskanlah beberapa pertanyaan penelitian (*research questions*) antara lain sebagai berikut.

1. Bagaimana progres sains dari teori-teori bentuk Bumi dan kelanjutan teori-teori tersebut ke depan?

¹⁸ Popper menegaskan bahwa setiap teori ilmiah selalu hanya bersifat hipotetis, yakni berupa dugaan sementara (*conjecture*), tidak akan pernah ada kebenaran final. Setiap teori selalu terbuka untuk digantikan oleh teori baru yang lebih tepat. Lihat Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 451.

2. Bagaimana dialektika teori-teori bentuk Bumi tersebut dalam persoalan penentuan arah kiblat?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui progres sains dari teori-teori bentuk Bumi dan memprediksi prospek kelanjutan (*continuity*) teori-teori bentuk Bumi ke depan.
2. Mengkaji adanya dialektika antara teori-teori bentuk Bumi dalam persoalan penentuan arah kiblat.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memperoleh kejelasan makna tentang teori Bumi bulat dan teori Bumi datar.
2. Memperoleh sintesis mengenai kekuatan dan kelemahan kedua teori tersebut terutama dalam hal progresnya.
3. Membuka wacana baru tentang cara pandang praktisi falak terhadap sains khususnya praktik yang berkaitan langsung dengan konsep bentuk bumi melalui paparan kontroversi yang terjadi antara teori bumi bulat dan datar.
4. Memperoleh deskripsi historis tentang perkembangan teori bentuk bumi sejak awal kemunculannya sampai saat ini sehingga hasil kajiannya memperkaya khasanah kajian ilmu falak.
5. Bagi kedua penganut teori bumi bulat dan datar, prediksi teori mana yang akan terus berkembang di masa yang akan datang sangat berguna bagi penyesuaian usaha mengembangkan teori,

mempertahankan ideologi saintifik dan doktrin, serta mengetahui posisi dan peluang, khususnya bagi penganut Bumi datar yang masih dalam tahap pembangunan konsep yang belum matang.

6. Memperoleh makna baru mengenai rashdul kiblat yaitu bukan saja sebagai metode penentuan arah kiblat yang praktis dan akurat melainkan sebagai upaya menyatukan umat Islam yang apabila suatu saat berselisih dalam penentuan arah kiblat karena perbedaan pandangan dan keyakinan mengenai bentuk Bumi.

D. Kajian Pustaka

Husain Kamaluddin, di dalam bukunya *Ta'yīnu Awāili Syuhūril 'Arabiyyah bi Isti'mālil Hisābi* menjelaskan tentang kebulatan Bumi. Ia menukil dan mensyarah sebuah hadis mauqūf dan berkesimpulan bahwa bentuk Bumi adalah bulat. Menurutnya, melalui hadis ini, Rasulullah saw., mengisyaratkan tentang kebulatan bentuk Bumi yakni dari kata **تَحْتَ الْأَرْضِ** (di bawah Bumi).¹⁹ Logika yang ingin dijelaskan dari hadis ini adalah Matahari dan Bulan bisa menempati kedudukan di bawah Bumi (di bawah pengamat) jika bentuk Bumi seperti bola.

Paul H. Seely (1991) dalam karyanya yang berjudul *The Firmament And The Water Above* menelaah pandangan-pandangan orang-orang kuno tentang bumi yang datar dan mencari keterkaitan dengan ayat-ayat Bibel. Fokus kajiannya adalah memperkuat teori

¹⁹ Husain Kamaluddin, *Ta'yīnu Awāili Syuhūril 'Arabiyyah bi Isti'mālil Hisābi*, Cetakan ke-1, (Riyadh: Daar 'Akaadz, 1979), 35.

Bumi datar dengan pendekatan hermeunetik terutama menafsirkan kata *raqia* pada Genesis 1: 6-8. Menurutnya, *raqia* berarti firmament yaitu kubah Bumi (*dome*) yang sudah diyakini oleh orang-orang kuno Babilonia, Mesir, orang-orang primitif di Eropa dan Uni Soviet, Amerika Utara, dan India.²⁰

James Patrick Holding di dalam karyanya yang berjudul *Equivocal language in the geography of Genesis 1 and the Old Testament: a response to Paul H. Seely* menguraikan bantahan terhadap argumentasi Bumi datar di dalam ayat-ayat Bibel. Berdasarkan kajiannya, ternyata ayat-ayat Bibel cenderung memberikan makna samar mengenai kosmologi, termasuk bentuk Bumi. Menurutnya, menyimpulkan bentuk Bumi datar dan adanya kubah langit yang padat (*dome*) berdasarkan Bibel tidaklah benar dan berbahaya.²¹

Selanjutnya, Eric Dubay seorang tokoh terkemuka *flat earth* saat ini di dalam karyanya yang berjudul *Flat Earth Conspiracy* mengemukakan bantahannya terhadap bentuk Bumi menurut sains modern dan menjelaskan secara deskriptif bahwa Bumi datar. Di dalam karyanya ini, dipaparkan pula argumentasi tentang

²⁰ Paul H. Seely, "The Firmament And The Water Above", *The Westminster Theological Journal* 53 (1991): 229, diakses 10 Januari 2018, https://faculty.gordon.edu/hu/bi/ted_hildebrandt/.../01.../seely-firmament-wtj.pdf.

²¹ James Patrick Holding, "Equivocal language in the geography of Genesis 1 and the Old Testament: a response to Paul H. Seely", *CEN Technical Journal* 14(3) 2000, 51, diakses 1 Februari 2018, https://creation.com/images/pdfs/tj/j14_3/j14_3_51-54.pdf.

kebohongan NASA, kegagalan perjalanan ke ruang angkasa, dan berbagai bantahan terhadap sains. Ia banyak mengungkapkan pemikiran dan kepercayaan orang-orang terdahulu bahwa Bumi datar, tidak berotasi dan tidak berevolusi, dan menjadi pusat alam semesta.²²

J. Ardian dkk menulis sebuah karya yang berjudul *Benarkah Bumi Itu Datar? 100 Klaim Bukti Ilmiah Menurut Flat Earth Society dan Bantahannya*. Tulisan ini merupakan kumpulan artikel-artikel (sebagian besar dari internet) dan buku-buku tentang sejarah, tokoh, dan pemikiran bumi datar. Penyajiannya bersifat pengulangan (ringkasan) dari apa yang ditulis oleh penulis-penulis sebelumnya. Ringkasan yang dimaksud misalnya adalah tentang 100 bukti bumi tidak bulat yang merupakan intisari dari buku *100 Proof the Earth is Not a Globe* Karya William Carpenter (1885).²³ Buku ini lebih berpihak pada kelompok Bumi datar karena merupakan paparan ulang atas kekuatan teori ini.

Abdurrahim Khairullah Omar Ash-Shareef (2014) dalam karyanya yang berjudul *Aspects of Ancient Muslim Scholar's Induction Drawn from the Holy Quran in Proving Earth is Spherical* mengkaji secara induktif ayat-ayat al-Quran sebagai bukti bahwa Bumi bulat. Ia juga memaparkan pendapat-pendapat ulama yang

²² Eric Dubay, *The Flat-Earth Conspiracy*, (-----, -----, 2014), 10-11.

²³ J. Ardian dkk, *Benarkah Bumi Itu Datar? 100 Klaim Bukti Ilmiah Menurut Flat Earth Society dan Bantahannya*, (Yogyakarta: Narasi, 2017), 44.

memiliki pandangan yang sama seperti Ibn Taimiyah dan An-Nisaburi. Salah satu yang menonjol dari kajiannya adalah langit terdiri atas lapisan-lapisan dan begitu juga Bumi. Lapisan-lapisan ini dianalogikan dengan lapisan pada telur unggas. Adapun ayat yang berkaitan dengan ini adalah Q.S. An-Nazi'at: 30 bahwa *duhuw* yang berarti memanjang berasal dari kata *udhuya* yang berarti sarang burung Onta. Sedangkan Ad-Duhya ialah telur burung Onta itu sendiri. Berdasarkan kajiannya, ini merupakan indikasi bahwa Bumi menyerupai bentuk telur yang berarti bentuknya bulat.²⁴

Karya ilmiah lain yang juga berkaitan dengan penelitian ini adalah sebuah buku yang berjudul *Philosophy of Science: An Historical Anthology* yang ditulis oleh Timothy McGrew dkk. Tulisan ini membahas sisi historisitas dan filsafat sains, asal mulanya, dan perkembangan sains yang dimulai dari periode prasokrates, revolusi sains hingga kematangan sains modern di abad ke-21.²⁵ Sifat kajiannya sangat kental dengan nuansa filosofis ontologis para saintis barat yang merupakan cikal bakal sains modern.

²⁴ Abdurrahim Khairullah Omar Ash-Shareef, Aspects of Ancient Muslim Scholar's Induction Drawn from the Holy Quran in Proving Earth is Spherical, *Journal of Education and Practice*, ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (online) Vol.5, No.15, (2014): 216, diakses 18 Januari 2018, www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/viewFile/13388/13688.

²⁵ McGrew Timothy dkk, *Philosophy of Science An Historical Anthology*, (West Sussex United Kinngdom: Wiley-Blackwell, 2009), 1.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Satrio Wicaksono dkk yang berjudul *Analisis Spasial Arah Kiblat Kota Semarang* pada tahun 2016. Di dalam penelitian tersebut, dilakukan perbandingan akurasi arah kiblat berdasarkan tiga metode yaitu metode segitiga bola (untuk paradigma Bumi bola), formula Vincenty (untuk paradigma Bumi ellipsoid), dan segitiga datar (paradigma peta datar).²⁶ Adapun acuan arah kiblatnya adalah hasil pengamatan rashdul kiblat. Berdasarkan penelitian tersebut, metode yang memberikan hasil yang mendekati metode rashdul kiblat adalah metode segitiga bola.²⁷

Berdasarkan kajian beberapa literatur, sudah ada yang mengkaji sejarah kemunculan teori bentuk Bumi dan bantahan antarteori, baik terhadap konsep bumi bulat (bola dan ellipsoid) maupun bantahan terhadap bumi datar. Namun, literatur yang ada sifat kajiannya terpisah dan sains umum. Adapun kajian yang membedakan penelitian ini dengan literatur yang sudah ada adalah penelitian ini akan mengkaji khusus progres teori bentuk bumi bulat dan datar dengan pendekatan filsafat ilmu. Selanjutnya, kajian terhadap kontinuitas masing-masing teori di masa yang akan datang sejauh ini

²⁶ Menurut penulis, penentuan arah kiblat dengan acuan peta datar adalah tidak tepat. Hal ini karena peta datar tidak menunjukkan kedudukan antarwilayah yang sebenarnya baik berdasarkan model Bumi bulat maupun berdasarkan teori Bumi datar.

²⁷ Satria Wicaksono dkk. "Analisis Spasial Arah Kiblat Kota Semarang". *Jurnal Geodesi Undip* Oktober, Volume 5, Nomor 4, (2016): 225, ISSN : 2337-845X., diakses 20 Desember 2017, <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/13980>

juga belum ada. Selain itu, kajian ini nantinya juga melibatkan dialektika antara teori Bumi bulat dan datar di dalam persoalan penentuan arah kiblat. Hal inilah yang menjadi signifikansi dan nilai kebaruan (*novelty/al-‘ashriyah*) dari penelitian ini.

E. Metode Penelitian

a. Jenis Data

Data penelitian ini berupa data kualitatif yaitu data yang bukan berupa angka-angka, melainkan berupa kata-kata dan gambar.²⁸ Sumber datanya terdiri atas sumber sekunder yaitu sumber rujukan yang secara langsung membahas tentang teori bentuk Bumi, asal mula, dan perkembangannya. Sumber-sumber tersebut dapat berasal dokumen-dokumen yang diperoleh dari berbagai sumber seperti buku teks, jurnal, artikel, dan lain-lain.

Secara detail, data-data yang diperlukan di dalam penelitian ini antara lain konsep teoretis, eksperimen pendukung teori, dan upaya pembuktian bentuk Bumi berdasarkan teori Bumi bulat dan teori Bumi datar. Urutan waktu, juga menjadi data yang sangat penting di dalam penelitian ini. Selain itu, materi perdebatan dan usaha saling mengkritik dan mempertahankan teori juga diperlukan di dalam penelitian ini.

²⁸ Lexy J. Molcong. *Metode Penelitian Kualitatif*. (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 1999). 6.

b. Teknik pengumpulan data

Di dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik dokumenter. Teknik dokumenter dilakukan dengan mengambil konsep teoretis, eksperimen, dan tafsir ayat-ayat al-Qur'an yang mendukung kebenaran teori Bumi bulat dan teori Bumi datar yang bersumber dari dokumen-dokumen.

c. Jenis penelitian dan pendekatan²⁹

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif (*qualitative research*) yaitu jenis penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan yang tidak dapat dicapai dengan menggunakan prosedur-prosedur statistik atau kuantifikasi.³⁰ Sedangkan menurut lokasinya, penelitian ini merupakan jenis penelitian kepustakaan (*library research*) karena penelitian ini menggunakan literatur (kepustakaan) penelitian sebelumnya.³¹ Selain itu, peneliti berhadapan langsung dengan teks, bukan pengetahuan langsung dari lapangan. Data kepustakaan yang

²⁹ Pendekatan penelitian adalah sudut pandang yang digunakan oleh peneliti untuk menjawab permasalahan penelitian. Lihat Afrizal, *Metode Penelitian Kualitatif: Sebuah Upaya Mendukung Penggunaan Penelitian Kualitatif dalam Berbagai Disiplin Ilmu*, Cetakan ke-3, (Jakarta: PT. RajaGrafindo, 2016), 11.

³⁰ Anselm Strauss dan Juliet Corbin, *Dasar-Dasar Penelitian Kualitatif: Prosedur, Teknik, dan Teori Grounded*, (Surabaya: PT. Bina Ilmu, 1997), 11.

³¹ Ambo Upe & Damsid, *Asas-Asas Muptiple Researches*, (Yogyakarta: Tiara Wacana, 2010), 7.

secara umum merupakan data sekunder dan tidak terbatas ruang dan waktu menjadi ciri utama di dalam penelitian ini.³²

Adapun pendekatan yang digunakan untuk menjawab *problem research* di dalam penelitian ini adalah pendekatan filsafat ilmu³³ dan pendekatan sains. Pendekatan filsafat ilmu digunakan untuk analisis kedua teori bentuk Bumi dengan mendialogkannya dengan pandangan Popper dan Kuhn. Kedua tokoh ini merupakan tokoh filsafat sains abad modern yang paling terkenal. Pendekatan filsafat ilmu yang dikombinasikan dengan pendekatan sains difokuskan untuk menilai progres sains dari teori-teori bentuk Bumi dan memprediksi bagaimana kelanjutan teori-teori tersebut di masa mendatang. Penelitian ini juga mengkaji adanya dialektika antara kedua teori dalam penentuan arah kiblat sehingga digunakan teori dialektika dengan menguraikan unsur-unsur yang terdiri atas tesis, antitesis, dan sintesis. Adapun pendekatan sains digunakan karena konsep teoretis bentuk Bumi dan eksperimen yang berkaitan dengan pembuktian bentuk Bumi secara langsung bersentuhan dengan sains.

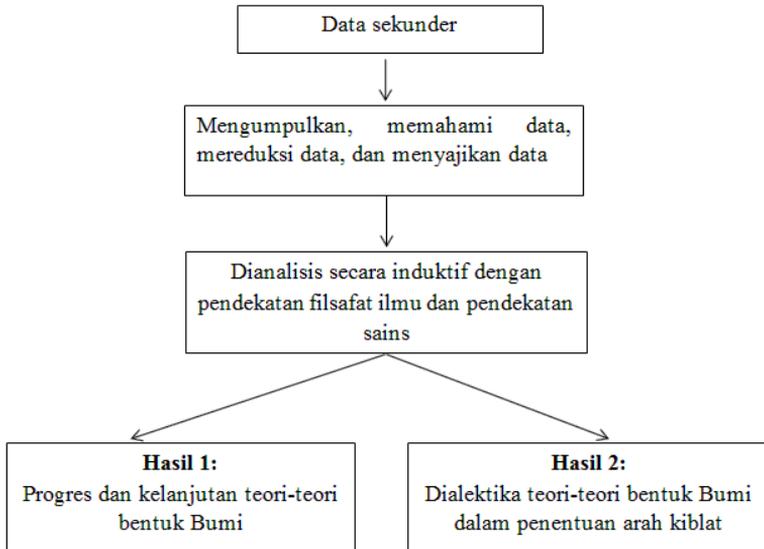
³² Mestika Zed, *Metode Penelitian Kepustakaan*, (Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2008), 4-5.

³³ Salah satu pokok pembahasan filsafat ilmu adalah segala hal yang menyangkut landasan ilmu maupun hubungan ilmu dengan segala hubungan kehidupan manusia. Lihat Muhammad Adib, *Filsafat Ilmu: Ontologi, Epistemologi, Aksiologi, dan Logika Ilmu Pengetahuan, Cetakan ke-2*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2011), 65.

d. Langkah-langkah penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data yaitu pandangan umum kebumihan, perkembangan teori-teori bentuk Bumi, dan metode penentuan arah kiblat berdasarkan teori Bumi bulat dan datar. Data tersebut (yang sudah dipilah dan ditelaah secara mendalam) selanjutnya dianalisis secara induktif dengan cara dikategorisasi berdasarkan pandangan Kuhn tentang tahapan progres sains, pandangan Popper mengenai kemampuan teori untuk bertahan (berlanjut) dan teori dialektika. Hasilnya adalah diperoleh progres sains, kelanjutan bentuk Bumi, dan dialektika kedua teori tersebut di dalam persoalan arah kiblat.

Adapun langkah-langkah di dalam penelitian ini disajikan dalam urutan langkah kerja sebagai berikut.



Gambar 1. Skema langkah-langkah penelitian

e. Teknik analisis data

Analisis data di dalam penelitian ini merupakan langkah-langkah yang ditempuh untuk memaknai (menginterpretasi) data-data berupa teks, gambar, atau lainnya.³⁴ Analisisnya menggunakan metode induktif berupa kegiatan menghasilkan kategori, klasifikasi, atau tipologi data.³⁵ Dengan menggunakan analisis secara induktif, pencarian data bukan dimaksudkan untuk membuktikan hipotesis, melainkan merupakan pembentukan

³⁴ Jonathan Sarwono, *Mixed Methods Cara Menggabung Riset Kuantitatif dan Riset Kualitatif Secara Benar*, (Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2011), 147.

³⁵ Afrizal, *Metode Penelitian Kualitatif*, 175.

abstraksi berdasarkan bagian-bagian yang telah dikumpulkan, kemudian dikelompok-kelompokkan (tipologi).³⁶ Tipologi yang dimaksud adalah tahapan progres sains dari teori-teori bentuk Bumi berdasarkan pandangan Kuhn dengan metode analisis secara induktif. Analisis secara deskriptif ini bertujuan memberi gambaran secara jelas dan tepat mengenai keadaan atau gejala tertentu³⁷ yakni untuk memprediksi kelanjutan (*continuity*) perdebatan kedua teori dengan menerapkan pandangan Kuhn mengenai kemungkinan terjadinya peralihan paradigma (revolusi) dan pandangan Popper mengenai kemampuan sebuah teori untuk difalsifikasi. Adapun untuk menghasilkan penyelesaian perbedaan pandangan di dalam penentuan arah kiblat, digunakan analisis induktif dengan pendekatan teori dialektika.

F. Sistematika Pembahasan

Penulisan hasil penelitian ini akan dibagi ke dalam lima bab. Bab pertama merupakan bab berjudul **PENDAHULUAN** yang memuat latar belakang masalah, pertanyaan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, kajian pustaka, dan metode penelitian.

Bab dua merupakan bab yang berisi teori-teori yang sangat berhubungan dengan permasalahan penelitian. Pada bagian ini, fokus pembahasannya dibagi menjadi tiga bagian yang meliputi (a) evolusi pandangan umum kebumihan dan alam semesta, (b) pandangan umum

³⁶ Moleong. *Metode Penelitian Kualitatif*, 5.

³⁷ Upe & Damsid, *Asas-Asas Muptiple Researches*, 5-6.

kebumian dan alam semesta berdasarkan sains, (c) pandangan umum kebumian dan alam semesta berdasarkan teori bumi datar, (d) pandangan kritis Popper dan Kuhn terhadap perkembangan sains, dan e) Teori dialektika. Dengan demikian, judul besar dari bab ini adalah **PANDANGAN UMUM KEBUMIAN DAN ALAM SEMESTA, KRITIK TERHADAP PERKEMBANGAN SAINS, DAN TEORI DIALEKTIKA.**

Bab tiga ialah bagian pembahasan yakni jawaban atas rumusan masalah pertama. Bab ketiga ini berjudul **PROGRES TEORI-TEORI BENTUK BUMI DAN KELANJUTANNYA DI MASA AKAN DATANG.** Di dalam bab ini, pembahasannya disajikan dengan pendekatan tahapan progress sains teori Bumi datar dan teori Bumi bulat menurut Kuhn. Bab ini juga mengulas tentang prospek kelanjutan teori Bumi datar dan teori Bumi bulat di masa mendatang.

Bab empat merupakan jawaban atas rumusan masalah kedua dan diberi judul **DIALEKTIKA TEORI-TEORI BENTUK BUMI DALAM PERSOALAN PENENTUAN ARAH KIBLAT.** Di bagian awal bab ini, dijelaskan terlebih dahulu pengertian unsur-unsur dialektika yaitu tesis, antitesis, dan sintesis. Sintesis yang merupakan penyelesaian dari tesis dan antitesis adalah paradigma penentuan arah kiblat yang tidak bergantung pada bentuk Bumi.

Bab lima merupakan bagian akhir dari penulisan di dalam penelitian ini. Bab terakhir ini berjudul **PENUTUP.** Bab ini terdiri dari dua subjudul yaitu kesimpulan dan saran.

BAB II
PANDANGAN UMUM KEBUMIAN DAN ALAM SEMESTA,
KRITIK TERHADAP PERKEMBANGAN SAINS, DAN TEORI
DIALEKTIKA

A. Evolusi Pandangan Umum Kebumian dan Alam Semesta

Astronom Babilonia merupakan “Bapak” astronomi bagi dunia.¹ Mereka merekam kejadian-kejadian langit terus-menerus secara akurat setidaknya sejak 747 SM. Namun, sekitar 1800 SM, katalog bintang pertama sudah disusun dan pergerakan planet-planet juga sudah direkam. Problem dasar yang dipecahkan oleh orang-orang Babilonia ialah ramalan langit. Beberapa hal mudah diprediksi seperti pergantian musim, pergerakan yang teratur dari konstelasi (rasi bintang) dari tahun ke tahun. Tetapi, Bulan, Matahari, dan planet yang gerakannya tidak teratur dan kecepatannya yang bervariasi ternyata sulit diprediksi.² Orang-orang Babilonia mempelajari seluruh pergerakan benda-benda langit secara umum bertujuan untuk memprediksi terjadinya gerhana Bulan dan Matahari serta menentukan bulan baru.³

¹ Olaf Pederson, *Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction*, (Denmark: Cambridge University Press, 1992), 1. Lihat juga Stephen Toulmin & June Goodfield, *The Fabric of The Heavens The Development of Astronomy and Dynamics*, (Chicago: The University of Chicago Press, 1999), 25.

² Toulmin & June Goodfield, *The Fabric of The Heavens*, 25-28.

³ Toulmin & June Goodfield, *The Fabric of The Heavens*, 30.

Walaupun pergerakan dan kejadian astronomis sudah mampu diprediksi dengan baik, orang-orang dahulu memiliki banyak gagasan unik tentang bentuk Bumi. Orang-orang Babilonia berpikir Bumi itu berlubang, untuk memberi ruang bagi dunia bawah tanah mereka. Orang-orang Mesir berpikir bumi itu persegi, (dengan empat sudut) serta pegunungan di tepinya yang menopang kubah langit.⁴ Sedangkan bangsa India kuno yang telah memulai peradabannya sejak 3000 tahun SM di lembah sungai Indus di Kota Mahenjo-Daro dan Harappa, memiliki gambaran mitos menarik tentang jagad raya. Mereka percaya Bumi ini datar dan bersangga di atas punggung beberapa ekor gajah raksasa. Gajah-gajah itu berdiri di atas punggung seekor kura-kura maha besar. Langit tidak lain adalah seekor ular kobra raksasa yang badannya melingkari Bumi. Pada malam hari, sisik-sisik ular itu mengkilap berkilauan sebagai bintang-bintang.⁵

Sekitar tahun 600 SM, benang persambungan sejarah sains dapat dikatakan terputus. Dikatakan demikian karena sebelum era ini, alam semesta diinterpretasikan dengan penuh mitos dan tahayul. Walaupun demikian, pengamatan dan prediksi kejadian fenomena langit sudah dibuat. Misalnya, orang-orang Babilonia mengetahui dengan sangat baik gerak retrograde planet dan mampu

⁴ Donald E. Simanek, *The Flat Earth*, <https://websites.godaddy.com>, diakses tanggal 16 September 2017

⁵ Ahmad Musonnif, *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*. (Yogyakarta: Teras, 2011). 8

memprediksinya. Akan tetapi, mereka tidak sampai menyelidiki mengapa hal itu terjadi. Sedangkan orang-orang Yunani tertarik tentang mengapa sesuatu itu terjadi. Inilah mengapa telaah histori sains dimulai pada masa Yunani. Mereka adalah para pemikir pertama yang menyatakan bahwa dunia ini adalah kosmos.⁶

Menurut Thales (624-546 SM) dari Miletus, Bumi ini mengapung di atas air. Menurutnya, Bumi mengapung layaknya kayu dan benda-benda yang mengapung lainnya.⁷ Pernyataan Thales ini belum menegaskan bagaimana bentuk geometri Bumi. Menurutnya, gempa Bumi timbul karena gelombang lautan kosmik. Bintang-bintang menurutnya melayang di dalam air bagian atas. Prestasi Thales yang mengagumkan adalah prediksinya mengenai peristiwa gerhana Matahari pada tahun 585 SM dengan menggunakan data para astronom Babilonia.⁸

Adapun Xenophanes (570-475 SM) dari Colophon menyatakan bahwa Bumi di bawahnya ialah sesuatu yang tak berhingga. Namun, sanggahan dari Empedocles (495-444 SM) tentang kedalaman Bumi yang tak berhingga itu adalah sebuah dongeng semata.⁹ Menurutnya, bentuk Bumi ini seperti telur yang dikendalikan oleh kekuatan benci

⁶Timothy McGrew et al., *Philosophy of Science: An Historical Anthology*. (West Sussex UK: Blackwell Publishing Ltd., 2009), 6-7.

⁷ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 54.

⁸ Agus Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, (Surabaya: ITS Press, 2009), 9.

⁹ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 56.

dan cinta secara silih berganti.¹⁰ Ada juga pemikir lain zaman dahulu seperti Anaximander (610-546 SM) yang menyatakan bahwa Bumi tetap berada di tempatnya (tidak bergerak).¹¹

Sejak zaman Phytagoras (460-370 SM), bentuk umum Bumi dikenal bulat. Untuk memperkuat teori Bumi bulat, kemudian dijelaskan bukti-bukti empiris seperti bagaimana terjadinya siang dan malam, bagaimana tiang kapal tampak lebih dulu daripada badan kapal, dan lain-lain.¹² Sedangkan pandangan bahwa Bumi berotasi pertama kali diajukan oleh Heraclides (387-312 SM).¹³ Ide Heraclides ini kemudian diadopsi oleh Aristarchus (310 SM - 230 SM) yang kemudian mengajukan teori heliosentris.¹⁴ Namun idenya gagal diterima orang-orang saat itu karena belum dapat dibuktikan.

Aristoteles (384-322 SM) merupakan murid paling terkenal dari Plato dan guru pribadi dari Alexander yang Agung dan merupakan filosof yang paling berpengaruh sepanjang masa.¹⁵ Prinsip sentral dari astronomi Aristoteles adalah benda-benda langit bergerak dengan gerakan melingkar yang seragam (*uniform*).¹⁶ Ia mengemukakan bahwa alam semesta ini berbentuk bola (sferis) yang

¹⁰ Agus Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, (Surabaya: ITS Press, 2009), 9.

¹¹ McGrew et al., *Philosophy of Science* 56.

¹² Toulmin & June Goodfield, *The Fabric of The Heavens*, 123.

¹³ Ptolemy. *Ptolemy's Almagest*, trans. G.J. Toomer. (New Jersey: Princeton University Press, 1984). 44.

¹⁴ Toulmin & June Goodfield, *The Fabric of The Heavens*, 123.

¹⁵ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 31.

¹⁶ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 95.

pergerakannya teratur dan bintang-bintang bergerak mengelilingi Bumi yang diam, sedangkan planet-planet memiliki pergerakan lain yang terlihat melambat melawan pergerakan bintang-bintang. Bumi menurutnya merupakan pusat alam semesta dan tak bergerak. Dalam perbandingannya terhadap bintang-bintang, Bumi tidaklah begitu besar dan bentuk Bumi ini bulat.¹⁷

Di antara bukti-bukti yang diajukan Aristoteles mengenai kebulatan Bumi adalah fenomena gerhana Bulan yang memperlihatkan bagian bayangan (sisi gelap) Bulan yang merupakan bayangan Bumi oleh sinar Matahari.¹⁸ Menurut Aristoteles, objek yang berevolusi dengan lintasan lingkaran haruslah objek yang bulat. Begitu pula dengan objek yang berada di antara objek-objek tersebut termasuk pusatnya semestinya bulat. Objek yang dikelilingi oleh objek lain yang bulat, pasti bentuknya juga bulat dan begitu pula seterusnya.¹⁹

Adapun ilmuwan yang pertama kali memperkirakan keliling Bumi adalah Erastheneis (276-194 SM). Ia mengamati pada waktu tertentu Matahari berada tepat di atas kota Aswan sehingga tidak ada bayangan bagi tongkat yang ditegakkan. Sedangkan di Iskandariyah yang terletak di lingkaran meridian (*great circle*) yang sama dengan

¹⁷ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 49.

¹⁸ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 56

¹⁹ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 50.

kota Aswan²⁰, tongkat yang tegak masih memiliki bayangan dengan sudut sekitar 7,2°. Adapun jarak antara kedua kota tersebut adalah sekitar 5000 stadia (800 km). Dengan anggapan bahwa Bumi ini bulat yang bersudut 360°, ia berasumsi bahwa keliling Bumi sekitar 250.000 stadia.²¹

Pada abad kedua, Claudius Ptolemy (100-170 M) mengacu pada karya Hipparchus (190-120 SM) tiga abad sebelumnya, membuat model yang sangat berbeda yang mana planet beredar mengelilingi sebuah keliling lingkaran yang disebut *epicycle* dengan lingkarannya membesar dan pusatnya adalah Bumi yang diam, tetapi modelnya sangat rumit. Walaupun demikian, model Ptolemy ini sangat akurat memprediksi pergerakan benda-benda langit.²² Dalam model Ptolemy, Bulan merupakan objek yang mengitari Bumi, sedangkan Merkurius dan Venus merupakan objek yang mengelilingi Bumi dengan gerak spiral yakni bergerak melingkar dengan titik pusat yang juga bergerak melingkar. Titik pusat *epicycle* bagi Merkurius dan Venus selalu di garis antara Bumi dan Matahari.²³ Dalam pandangan Ptolemy, bentuk Bumi yang paling mungkin adalah bulat dan tidak melakukan gerakan apa pun.

²⁰ Thomas L. Heath, *Greek Astronomy*, (New York: Dover Publication Inc, 1991), 110.

²¹ Muhammad Bāsil ath-Thā'i, *'Ilmu al-Falak Wat-Taqāwīm*, (Beirut: Dār an-Nafāis, 2007), 146.

²² McGrew et al., *Philosophy of Science*, 7.

²³ Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, 15.

Ptolemy memiliki sejumlah alasan mengapa bentuk ideal Bumi adalah bulat (*spherical*). Di antara sejumlah alasannya adalah bahwa Matahari, Bulan, dan bintang-bintang tidak terbit dan tenggelam bersamaan bagi setiap pengamat di Bumi, melainkan peristiwa tersebut terjadi lebih awal di wilayah sebelah timur dan lebih terlambat di sebelah barat. Bukti lainnya adalah fenomena gerhana, khususnya gerhana Bulan yang terjadi pada waktu yang sama untuk semua pengamat, namun tidak terekam terjadi pada jam yang sama bagi seluruh pengamat. Selain itu, jam yang direkam oleh pengamat yang lebih timur selalu lebih awal daripada pengamat di sebelah barat. Perbedaan jam atau waktu adalah proporsional terhadap jarak di antara tempat-tempat tersebut. Karenanya, ia menyimpulkan secara masuk akal bahwa permukaan Bumi berbentuk bulat (sferis).²⁴

Ptolemy juga menyangkal adanya rotasi Bumi. Menurutnya, bukti-bukti empiris cukup menjadi bukti immobilitas Bumi. Jika Bumi ini berotasi dari barat ke timur maka gerakan Bumi akan sangat cepat untuk melakukan satu putaran sehingga tidak akan ada objek yang mampu bertahan di Bumi. Pengamat di Bumi juga tidak melihat adanya gerakan awan dari timur ke barat yang cepat dan konstan. Jika dikatakan bahwa Bumi dan udara sama-sama melakukan rotasi dengan kecepatan yang sama maka tidak akan ada perbedaan kecepatan udara yang dapat dirasakan oleh manusia di Bumi.²⁵

²⁴ Ptolemy. *Ptolemy's Almagest*, 40.

²⁵ Ptolemy. *Ptolemy's Almagest*, 45.

Pemikiran Ptolemy selanjutnya memengaruhi pemikir-pemikir muslim. Mengenai kebumian, salah satu pemikir muslim yang terkenal adalah al-Bīrūnī (973-1048). Gagasannya tentang adanya grafitasi sangat penting dalam astronomi. Ia membantah gagasan Aristoteles bahwa alam semesta ini tidak dikendalikan oleh grafitasi. Menurut al-Bīrūnī, alam semesta ini tidak bertabrakan dan tidak jatuh karena dikendalikan oleh grafitasi.²⁶ Al-Bīrūnī juga mampu memprediksi keliling Bumi dengan metode perhitungan trigonometri.

Selanjutnya teori geosentris tumbang oleh teori heliosentris yang dipelopori oleh Nicolas Copernicus (1473-1543), di mana teori yang dikembangkan adalah bukan Bumi yang dikelilingi Matahari, melainkan Bumi lah yang mengelilingi Matahari. Planet-planet serta satelit-satelitnya juga mengelilingi Matahari.²⁷ Dalam pandangan Copernicus, Ptolemy telah keliru dalam menjelaskan prinsip dasar pergerakan benda-benda langit dengan memastikan bahwa keseragaman gerakannya tidak mengacu pada sebuah pusat melainkan *equant* yaitu sebuah titik yang bukan merupakan pusat lingkaran dan karenanya tidak ditentukan secara khusus oleh lingkaran itu sendiri.

Selain itu, kelemahan lain dari sistem Ptolemy adalah sembarangnya penjelasan tentang jarak orbit-orbit planet. Misalnya, apakah *deferent* (lingkaran utama) misalnya untuk orbit Merkurius

²⁶ Hakim Mohammed Said & Ansar Zahid Khan, *Al-Biruni: His Times, Life, and Works*, (Pakistan: Hamdard Academy, 1981), 145.

²⁷ Izzuddin, "Pemikiran Hisab Rukyah," 43.

lebih dekat ke Bumi daripada lingkaran utama Venus atau sebaliknya. Ptolemy memberikan susunannya, namun tidak menggambarkan seberapa jauhnya. Copernicus juga memandang bahwa konstruksi model untuk kecepatan orbit Bulan misalnya, Ptolemy menggunakan begitu besar *epicycle* di mana ukuran bulan yang terlihat di Bumi akan berbeda jauh sekali daripada ukuran sebenarnya.²⁸ Dalam pandangan Copernicus, orbit planet-planet berbentuk lingkaran. Selanjutnya, Johannes Kepler (1571-1630) yang juga pengikut Copernicus mengajukan pandangannya bahwa orbit-orbit planet berbentuk ellips.²⁹

Awalnya para ahli lebih memilih bentuk bola sebagai geometri yang paling ideal bagi Bumi. Namun, selanjutnya diajukan teori lain bahwa Bumi tidaklah bulat sempurna melainkan seperti buah jeruk atau menyerupai bulat telur karena mengalami pemampatan.³⁰ Konsep pepatnya Bumi dikemukakan oleh ahli fisika Huygens (1629-1695), Isaac Newton (1643-1727), dan J.D. Cassini (1625-17120). Huygens dan Isaac Newton berpendapat bahwa Bumi bukanlah bulat sempurna melainkan seperti buah jeruk manis (*oblate spheroid*) yang mengalami pengembangan di ekuator akibat rotasi Bumi. Bukti empiris dari teori ini adalah pengukuran gaya gravitasi di ekuator lebih kecil daripada lintang tinggi dan nilainya semakin bertambah

²⁸ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 95-96.

²⁹ John Henry, *The Scientific Revolution and the origins of Modern Science*. (New York: Palgrave Macmillan, 2008), 116.

³⁰ Wicaksono dkk. "Analisis Spasial Arah," 227.

mendekati kutub.³¹ Sedangkan Menurut Cassini, Bumi mengalami pengembangan di kutub (*prolate spheroid*).³² Dari hasil-hasil eksperimen dibuktikan bahwa teori yang diajukan Newton dan Huygen lebih kuat daripada teori Cassini.

B. Pandangan Umum Kebumian dan Alam Semesta Berdasarkan Sains

Kalangan sains modern mengambil suatu konsensus bahwa hanya ada satu konsep penciptaan kosmos yang masuk akal dan bukti yang disertai penjelasan yaitu teori *Big Bang*³³. Menurut teori ini,

³¹ Mary Terrall, "Representing the Earth's Shape: The Polemics Surrounding Maupertuis's Expedition to Lapland." *Isis*, vol. 83, no. 2, (1992): 218, diakses 4 Februari 2018, DOI: <https://doi.org/10.1086/356111>.

³² Jim R. Smith. "The Meridian Arc Measurement in Peru 1735-1745". International Institution for History of Surveying & Measurement, FIG XXII International Congress, Washington, April (2002): 2, diakses 8 Januari 2018, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/Hs4/Hs4_smith.pdf.

³³ Georges Lemaître (1894-1966), seorang biarawan Katolik Roma Belgia, dianggap sebagai orang pertama yang mengajukan teori *Big Bang* (ledakan dahsyat) mengenai asal usul alam semesta. Teori ini mendapat kritik yang salah satunya oleh Sir Freid Hayle (1915-2001) yang menganggap bahwa teori ini tidak masuk akal dan misterius karena suatu ledakan tidak mungkin menyebabkan benda-benda yang berhamburan menjadi bentuk tertentu dan mengalami gerak orbital serta kecepatan tertentu. Teori *Big Bang* ini menurutnya mengabaikan peran Tuhan sebagai pencipta alam semesta. Namun, teori *Big Bang* ini dijadikan afirmasi kebenaran al-Quran oleh beberapa tokoh muslim seperti Zakir Naik, Adnan Oktar (Harun Yahya) Nouman Ali Khan, dan lain-lain. Menurut Abu Iyaad, filosofi teori Big Bang ini merupakan penolakan tentang penciptaan alam semesta yang secara tegas sudah tertulis di al-Quran. Lihat Abū Iyaad, *Big Bang Cosmology And The Qur'ān (e-book)*, (Birmingham: ----, 2015), 8.

alam semesta ada sekitar 13,7 juta tahun yang lalu dari hasil ledakan materi yang super padat dan solid. Alam semesta ini akan secara konstan mengembang sejak saat itu karena sebelum masa tersebut tidak ada materi, tidak ada energi, dan tidak ada pula waktu. Setelah ledakan ini, materi-materi tersebut menyebar dengan proses dan kecepatan tertentu, mulai mengorbit pada orbitnya masing-masing.³⁴

Menurut pandangan sains, Bumi merupakan salah satu anggota tata surya (*solar system*) dan merupakan planet yang kedudukannya paling ideal dari Matahari. Bumi ini bergerak mengitari Matahari dengan kelajuan 30 km/detik melalui orbit yang ellips. Dalam pergerakannya terhadap Matahari, Bumi berada di titik terjauh (*aphelion*) sekitar tanggal 4 Juli dan titik terdekatnya (*perihelion*) sekitar tanggal 4 Januari. Adapun jarak Bumi ke Matahari diperkirakan sekitar 150 juta km. Bentuk Bumi yang dipercayai hingga saat ini adalah bulat menyerupai ellips putar. Jari-jari Bumi di khatulistiwa sepanjang 6378,14 km dengan keliling 40.084 km.³⁵

Selain gerak rotasi (aksial) dan revolusi (orbital), bumi juga mengalami gerak presesi. Gerak presesi adalah gerak sumbu rotasi bumi yang mirip gasing. Gerak ini menyebabkan titik Aries bergeser ke arah barat sepanjang ekliptika sebesar 50,3" busur per tahun.

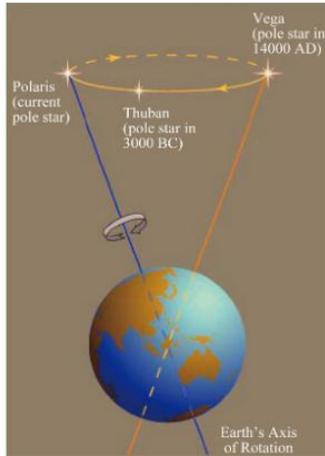
³⁴ Hafiz Salihuddin, "Creation of The Universe: A Religious and Scientific Study", Journal "The Dialog", Volume VIII No. 2, (April-Juni 2013), 211-212, diakses 12 Mei 2018, <http://qurtuba.edu.pk/thedialogue>.

³⁵ Baharrudin Zainal, *Ilmu Falak*, Edisi kedua, (Kuala Lumpur: Dawama, 2004), 57.

Gerakan ini pertama kali dicatat oleh Hipparchus. Presesi ini disebabkan oleh daya tarik gravitasi Bulan dan Matahari di tonjolan khatulistiwa bumi, yang menyebabkan gerakan pada sumbu Bumi yang lintasannya digambarkan seperti kerucut sehingga terjadi perubahan bintang yang terus-menerus di dekat salah satu kutub. Nicolas Copernicus menyebut presesi ekuinoks ini sebagai "gerakan ketiga Bumi".³⁶ Presesi ekuinoks pertama kali dijelaskan oleh Isaac Newton pada tahun 1687. Gerak presesi ini menyebabkan perubahan posisi sumbu rotasi bumi terhadap bintang-bintang kutub. Pada tahun 14000 SM, diduga bintang kutub utara ialah bintang Vega. Dengan adanya gerak presesi ini, bintang kutub menjadi tidak tetap. Saat ini, bintang kutub utara ialah bintang Polaris yang merupakan bagian dari konstelasi Ursa Mayor. Siklus untuk melakukan gerakan satu lingkaran penuh diperlukan waktu sekitar 25.772 tahun.³⁷

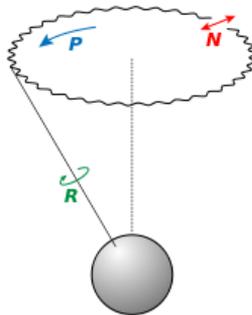
³⁶ Rama Chandra Murthy Mothe, "Orbital Spin: A New Hypothesis to Explain Precession of Equinox-The Third Motion of Earth, *International Journal of Astronomy and Astrophysics* 4 (2014): 22, <http://dx.doi.org/10.4236/ijaa.2014.41004>.

³⁷ Mothe, "Orbital Spin: A New Hypothesis," 23.



Gambar 2. Perubahan kenampakan bintang kutub akibat gerak presesi Bumi³⁸

Karena efek gravitasi Matahari dan Bulan tidak selalu sama, ada efek goyangan dalam gerakan sumbu Bumi. Goyangan ini disebut gerak nutasi, menyebabkan “tiang-tiang langit” bergerak tidak dalam lingkaran sempurna, namun dalam rangkaian kurva berbentuk S dengan jangka waktu 18,6 tahun.



Gambar 3. Ilustrasi gerak presesi (P) dan Nutasi (N) pada rotasi bumi (R)³⁹

³⁸ Mothe, “Orbital Spin: A New Hypothesis,” 22.

Gambaran permukaan bumi dikarenakan ketidakteraturan akibat permukaan bergunung-gunung dan perbukitan pada dasarnya tidak dapat didefinisikan secara geometris. Namun, untuk kepentingan gambaran ideal bumi adalah dianggap bumi ellipsoid diukur dari permukaan laut rata-rata menuju ke kontinen atau disebut sebagai geoid.⁴⁰ Oleh karena itu, nilai-nilai pengamatan bentuk bumi menghasilkan perbedaan-perbedaan nilai panjang sekitar 20 km antara panjang jari-jari rata-rata bumi (ke arah ekuator) dengan jarak dari pusat bumi ke kutubnya. Berikut ini adalah tabel ellipsoid bumi.

Tabel 1. Data ellipsoid Bumi⁴¹

Sumber	Radius ekuator (a) dalam satuan meter	1/f
Geodetic Reference System 1980	6378137	298,257222101
MERIT 1983	6378137	298,257
WGS84	6378137	298,257223563
IERS 1989	6378136	298,257
Geodetic Reference System 1967	6378160	298,2471674273
WGS72	6378135	298,26
IAG 1975	6378140	298,256
IAU 1976	6378140	298,257

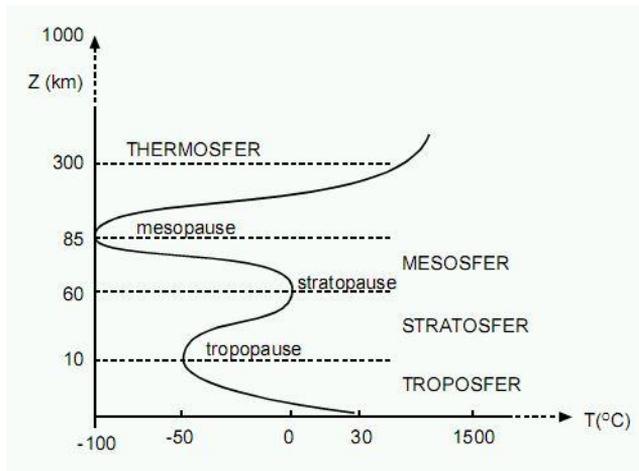
Selain bentuk geometri bumi, salah satu bagian penting di dalam ilmu kebumihan adalah dinamika lapisan atmosfer. Menurut

³⁹ Skullsinthestars, "1891: Chandler Finds a Wobble", , diakses pada tanggal 11 Februari 2018, <https://skullsinthestars.com/2017/11/24/1891-chandler-finds-a-wobble/>.

⁴⁰ Jean Meeus, *Astronomical Algorithms*. (Virginia: Wilmann-Bell Inc, 1998), 81.

⁴¹ Ahmad Ghazali Muhammad Fatahillah, *Jāmi' u al- adillah Ilā Ma'rifati Samtu al-Qiblah*. (Madura: Lafal, 2017). 113.

sains modern, atmosfer dipengaruhi oleh gaya tarik bumi. Atmosfer bersifat kompresibel artinya densitas maksimum terdapat di permukaan tanah dan semakin tipis jika menjauhi permukaan bumi sampai pada akhirnya menjadi tidak dapat dibedakan dari gas lain. Karena itu, tidak dapat terdefinisi batas atau puncak atmosfer, tetapi rumbai-rumbai bumi mencapai pada ketinggian sekitar 1000 km.⁴²



Gambar 4. Pembagian lapisan atmosfer berdasarkan temperatur⁴³

Atmosfer bumi mengandung gas-gas nitrogen sebanyak 75%, oksigen 23%, karbondioksida dan gas-gas lainnya 2%. Atmosfer sangat penting bagi kehidupan di Bumi karena selain menyediakan gas untuk pernapasan, lapisan atmosfer juga menfilter cahaya Matahari. Pada ketinggian 15 sampai 30 km, terdapat lapisan

⁴² Bayong Tjasyono. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2009). 120.

⁴³ Bayong Tjasyono. *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. (Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2009). 119.

stratosfer yang mengandung ozon yang mampu melindungi paparan sinar ultraviolet.⁴⁴

C. Pandangan Umum Kebumihan dan Alam Semesta Berdasarkan Teori Bumi Datar

Teori bumi datar yang dikenal dan berkembang hingga saat ini adalah teori yang dicetuskan oleh Samuel Birley Rowbotham pada pertengahan tahun 1800-an. Ia adalah seorang fundamentalis dari Inggris dan seorang salesman obat-obatan.⁴⁵ Karyanya yang berjudul *Zetetic Astronomy: Earth Not A Globe* setebal 265 dipublikasikan pertama kali pada tahun 1865. Selanjutnya, kelanjutan buku ini (edisi keduanya) dipublikasikan kembali pada tahun 1873 setebal 430 halaman.⁴⁶ Bisa dikatakan bahwa Rowbotham adalah “Bapak” teori Bumi datar karena mampu menjelaskan dan menggambarkan argumentasinya secara ilmiah teori ini secara lengkap walaupun masih bersifat kualitatif.

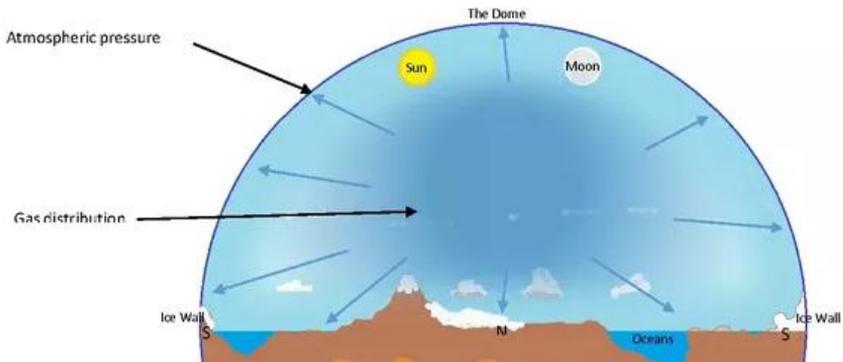
Berbeda dengan teori dan penemuan berdasarkan sains modern, di dalam teori bumi datar, Bumi merupakan piringan yang sangat besar dibandingkan Matahari dan Bulan. Matahari dan Bulan berada dalam kubah langit (*dome*) yang tidak dapat ditembus. Dengan kata lain, teori ini menyatakan tidak mungkin mendapatkan foto utuh

⁴⁴ Zainal, *Ilmu Falak*, 58.

⁴⁵ Robert J. Schadewald, *Worlds of Their Own: A Brief History of Misguided Ideas: Creationism, Flat-Earthism, Energy Schams, And The Velikovsky Affair*, (Bloomington: Xlibris Corporation, 2008), 93.

⁴⁶ Schadewald, *Worlds of Their Own*, 99.

bumi dari angkasa karena tidak ada yang mampu keluar dari kubah yang kokoh ini.



Gambar 5. Ilustrasi kedudukan Matahari dan Bulan di dalam teori *flat earth*.

Di dalam teori Bumi datar, Matahari selalu berada di atas permukaan Bumi. Gerakan Matahari terbit dan tenggelam dikarenakan perspektif penglihatan manusia. Ketika objek sangat jauh, maka ia akan tampak mendekati horizon (ufuk) seperti halnya balon udara atau pesawat yang menjauh dengan gerakan stabil tanpa mengubah ketinggiannya. Ini diibaratkan dengan lampu jalan yang ketinggiannya sama, jika dilihat hingga kejauhan akan semakin rendah di horizon. Begitu pula dengan Matahari. Posisi ketinggiannya yang sebenarnya adalah tetap. Namun, jika dilihat dari Bumi akan tampak terbit, transit, dan terbenam dikarenakan perspektif akibat gerakannya yang berubah-ubah mendekati dan menjauhi bumi.⁴⁷

⁴⁷ Samuel Birley Rowbotham, *Earth Not a Globe*, (London: Parallax, 1881), 103-104.

Di dalam teori Bumi datar, Matahari dan Bulan memiliki ukuran yang sama dan keduanya berputar mengelilingi Bumi yang tidak bergerak (tidak berotasi). Selain tidak berotasi, Bumi juga tidak melakukan gerakan revolusi.⁴⁸ Matahari dan Bulan lebih dekat ke Bumi daripada yang diperkirakan sekarang dan masing-masing bersinar dengan cahaya unik. Menurut teori ini, Matahari berdiameter 32 mil dan berjarak sekitar 3.000 mil di atas permukaan Bumi.

Matahari dan Bulan seolah-olah terhubung ke lubang mayor magnetik dan melakukan perjalanan spiral bergantian di atas dan di sekitar Bumi setiap tahun. Matahari memulai perjalanannya di *tropic of capricorn* di *winter solstice* di mana ia membuat lingkaran tercepat dan terbesar di atas Bumi. Selama tiga bulan berikutnya, setiap hari Matahari sedikit menyempit jalannya dan memperlambat kecepatannya sampai dengan equinox musim semi di mana Matahari telah berputar dari *tropic of capricorn* ke khatulistiwa.

Kemudian untuk tiga bulan berikutnya, setiap hari Matahari terus sedikit mempersempit jalannya dan memperlambat kecepatannya sampai *solistic* musim panas yakni saat Matahari membuat lingkaran terkecil dan paling lambat di seputar *tropic of cancer*. Begitu Matahari sampai di lingkaran paling dalam ini, Matahari kemudian akan memulai perjalanannya yang berlawanan, melebar, dan mempercepat perjalanan kembali ke *tropic of capricorn*.

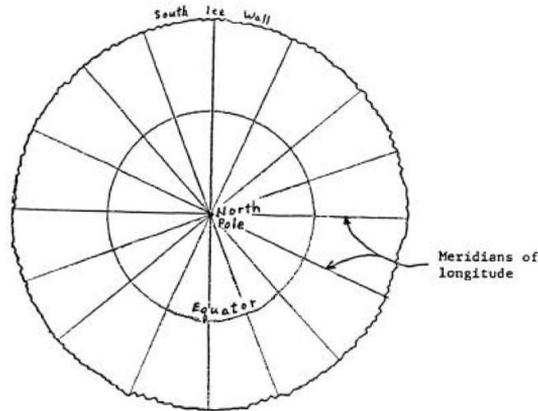
⁴⁸ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 57.

Selama tiga bulan berikutnya setiap hari, Matahari sedikit memperlebar jalannya dan mempercepat kecepataannya sampai musim gugur di mana Matahari telah berputar dari *tropic of cancer* kembali ke khatulistiwa. Kemudian untuk tiga bulan berikutnya lagi, setiap hari Matahari terus sedikit memperlebar jalannya dan mempercepat kecepataannya sampai titik akhir musim dingin saat Matahari membuat lingkaran terbesar dan tercepat di sekitar *tropic of capricorn* dan perjalanan tahunan dimulai lagi.⁴⁹

Bulan memiliki jalan tahunan yang sama berputar di atas dan di sekitar Bumi namun tidak seperti Matahari, yang terus-menerus mengubah kecepataannya untuk mempertahankan 24 jam sehari yang konsisten, kecepatan Bulan tidak pernah berubah dan bergantung pada garis lintangnya yakni sekitar 24,7 - 25 jam per siklus. Inilah sebabnya mengapa pada waktu dan tempat yang berbeda selama setiap bulan kita bisa melihat Bulan di pagi hari, siang atau malam hari.⁵⁰

⁴⁹ Eric Dubay, “The History of Flat Earth”, diakses 13 Mei 2018, <http://www.cricdubay.com>

⁵⁰ Dubay, “The History of Flat Earth”



Gambar 6. Letak kutub utara, ekuator, dan selatan menurut teori Bumi datar⁵¹

Gambar di atas adalah ilustrasi kutub utara sebagai pusat bumi. Kutub utara sebuah kompas selalu mengarah ke kutub utara magnetik Bumi ini. Kutub utara magnet Bumi letaknya berdekatan dengan kutub utara Bumi. Kutub utara Bumi inilah yang dipandang sebagai pusat Bumi sebagai sebuah bidang yang sangat luas. Sedangkan bagian yang semakin selatan merupakan bagian ekstrim yang tidak diketahui secara jelas, penuh kegelapan, dan menakutkan.⁵² Bumi memang dapat dikelilingi. Namun, hal itu tidak berarti bahwa Bumi

⁵¹ G. Magrane *et al*, "The Flat-Earth/Round Earth Controversy", diakses 8 Desember 2017, <http://www.indiana.edu>.

⁵² John Edward Quinlan, *The Earth A Plane*. (London: Charlwood Place, 1906), 3-4.

ini bulat dan berotasi. Bentuk Bumi seperti cakram datar pun dapat dikelilingi dengan cara yang sama.⁵³

Sebuah eksperimen dalam rangka untuk membuktikan Bumi datar dilakukan oleh Samuel Birley Rowbotham (1816-1884) pada panas tahun 1838. Percobaan ini dilakukan di sebuah terusan sepanjang 20 mil yang disebut Old Bedford. Aliran airnya tidak terhambat oleh areal cekungan atau pintu air atau benda-benda apa pun sehingga sangat cocok untuk melihat apakah ada lengkungan Bumi atau tidak. Ia menggunakan sebuah teleskop yang ditempatkan 8 inci di atas permukaan air untuk mengamati sebuah kapal dengan tiang setinggi lima kaki yang bergerak perlahan menjauh darinya. Selama pengamatan ini, ia melaporkan bahwa kapal tersebut tetap berada dalam pandangannya secara penuh sejauh 6 mil. Menurutnya, jika Bumi berbentuk bola maka permukaan airnya telah melengkung dengan jarak tersebut.⁵⁴

Gerhana Bulan seringkali dijadikan bukti bahwa Bumi bulat yaitu ketika bayangan gelap di Bulan berupa lengkungan yang tampak dari Bumi. Namun, menurut teori FE, hal ini bukanlah demikian. Jika sains modern mengatakan bahwa diameter bulan 2.160 mil dan diameter Bumi sekitar 8000 mil di mana Bulan bergerak mengelilingi Bumi dengan kecepatan 37 mil per menit sedangkan Bumi mengelilingi Matahari menempuh kecepatan 1.080 mil per

⁵³ William Westfield, *Does The Earth Rotate? No!* (London: William Westfield, 1919), 59.

⁵⁴ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 19.

menit maka dengan anggapan bayangan yang disebabkan oleh Bumi pada Bulan sama dengan setengah dari diameter Bumi yakni 4.000 mil merupakan perhitungan yang tidak masuk akal. Penyebab gerhana adalah disebabkan di langit terdapat objek gelap (*dark bodies*) yang secara periodik menyebabkan peristiwa gerhana Bulan. Peristiwa gerhana Bulan tidak dapat dijadikan bukti bahwa Bumi ini bulat.⁵⁵

Bukti lain untuk memperkuat argumentasi teori Bumi datar adalah penjelasan tentang perbedaan iklim antara satu wilayah dengan wilayah lain di lintang-lintang yang sama. Labrador di Amerika Utara terletak pada lingkaran lintang yang sama dengan Inggris berdasarkan teori Bumi bulat seharusnya memiliki iklim yang sama dan memiliki panjang siang dan malam yang sama pula pada suatu waktu tertentu. Ini berlaku untuk semua wilayah yang lintangnya sama. Namun kenyataannya, ketika pertengahan musim panas terjadi di Inggris, cuaca sangat parah di Labrador dan panjang siangnya juga sangat singkat. Ini berarti penjelasan bulatnya Bumi jelas keliru dan kenyataan yang sesungguhnya adalah Matahari melakukan perjalanannya lebih dekat kepada kita pada musim panas di atas Bumi yang datar kemudian bergerak semakin jauh selama bulan-bulan musim penghujan.⁵⁶

⁵⁵ Westfield, *Does The Earth Rotate?*, 59.

⁵⁶ Westfield, *Does The Earth Rotate?*, 61.

D. Pandangan Kritis Popper dan Kuhn terhadap Perkembangan Sains

Epistemologi sains yang berkembang saat ini adalah rasional, empiris, dan positivistik. Kebenaran sains lebih bersifat sebagai representasi realitas.⁵⁷ Menurut Bacon, pengetahuan yang benar diperoleh melalui penerapan metode induksi berdasarkan eksperimen dan observasi. Ini berbeda dengan rasionalisme Descartes yang memandang bahwa pengetahuan yang benar diperoleh melalui penerapan prinsip *cogito ergo sum*, yang berpatokan pada terpenuhinya syarat *clear* (jelas) *and distinct* (berbeda/nyata) dari suatu ide hingga ia tidak bisa diragukan lagi. Bagi pengikut positivisme, kebenaran suatu pengetahuan haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: *observable* (teramati), *repeatable* (dapat diulang), *measurable* (terukur), *testable* (teruji), dan *predictable* (teramalkan).⁵⁸

Positivisme merupakan perkembangan lebih lanjut dari empirisme yang meyakini bahwa realitas adalah sesuatu yang hadir secara kasat mata. Dalam empirisme, pengetahuan harus berawal dari verifikasi empiris atau berbasis bukti terlebih dahulu. Positivisme mengembangkan empirisme dengan menyatakan bahwa puncak pengetahuan manusia adalah ilmu-ilmu positif atau sains yaitu ilmu

⁵⁷ Nurkhalis, "Konsep Epistemologi Paradigma Thomas Kuhn", *Jurnal Substantia*, Vol. 14, No. 2, Oktober (2012): 211, diakses 5 Maret 2018, <http://download.portalgaruda.org>

⁵⁸ Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 445.

yang berangkat dari fakta-fakta yang terverifikasi dan terukur secara ketat.⁵⁹ Positivisme memiliki pengaruh sangat besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan, terutama bagi ilmu-ilmu alam.⁶⁰

Namun, di abad ke-20, muncul dua tokoh filsafat yang sangat berpengaruh di bidang ilmu pengetahuan yang pemikirannya sangat kritis kepada metode-metode sains, terutama aliran positivistik. Kedua tokoh ini memiliki gagasan yang sama tentang kedudukan ilmu pengetahuan yang kebenarannya bersifat sementara (dugaan). Di sisi lain, keduanya memiliki pandangan yang berbeda dalam hal bagaimana sains berprogres menuju kebenaran ilmiah.

1. Pandangan Karl Popper

Sir Karl Raymund Popper lahir di Vienna, Austria, 28 Juli 1902. Ia disebut sebagai filsuf terbesar abad ke-20 di bidang filsafat ilmu. Popper dikenal sebagai seorang tokoh kontroversial dengan gagasan falsifikasinya sebagai lawan dari verifikasiisme dan induktivisme klasik dalam metode ilmiah. Falsifikasiisme mengatakan bahwa suatu teori ilmiah tidaklah terbukti keilmiahannya hanya dengan pembuktian saja, tapi harus diusahakan mencari kesalahan dari teori tersebut sampai kemudian teori tersebut bisa difalsifikasi (dibuktikan salah).⁶¹

⁵⁹ FX. Adji Samekto, "Menggugat Relasi Filsafat Positivisme dengan Ajaran Hukum Doktrinal", *Jurnal Dinamika Hukum* Vol.12 No.1, Januari (2012): 79, diakses 9 Maret 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jdh.2012.12.1.108>.

⁶⁰ Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 445.

⁶¹ Wikipedia, "Karl Popper", diakses tanggal 10 Maret 2018, https://id.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper.

Pada tahun 1928, Popper meraih gelar Doktor dengan judul disertasi *Zur Methodenfrage der Denkpsychologie* (*Masalah Metode dalam Psikologi Pemikiran*). Popper merasa tidak puas dengan disertasinya dan memilih untuk mempelajari bidang epistemologi yang dipusatkan pada pengembangan teori ilmu pengetahuan. Usahnya ini semakin intensif ketika ia berinteraksi dengan positivisme logis dari lingkaran Wina. Meskipun demikian, ia bukan termasuk kelompok lingkaran Wina sebab dia merupakan kritikus paling tajam terhadap gagasan-gagasan lingkaran Wina.⁶²

Popper lalu pindah ke Selandia Baru dan mengajar di Universitas Christchurch. Pada tahun 1945, ia pindah ke Inggris dan mengajar di *London School of Economics*. Di sini ia diangkat menjadi profesor pada tahun 1948 berkat karyanya yang anti Komunis berjudul *The Open Society and Its Enemies*, yang ia buat tahun 1945. Popper termasuk filsuf yang beruntung karena hidup di masa postmodern. Ia mewarisi problem-problem filosofis para pendahulunya dan menjadi terakumulasi sedemikian rupa di dalam pemikirannya, terlebih setelah perkenalannya dengan Albert Einstein dan menyaksikan tergantikannya teori Newton dengan Relativisme Einstein.

⁶² Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 448.

Peristiwa ini mampu membuka cakrawala baru bagi dirinya untuk membangun teori kritis.⁶³

Popper meninggal dunia pada tanggal 17 September 1994 di London Selatan. Adapun beberapa karya tulisnya yang terbesar antara lain sebagai berikut: *The Poverty of Historicism* (1945); *The Open Society and Its Enemies I dan II* (1945); *The Logic of Scientific Discovery* (1959); *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge An Evolutionary Approach* (1963); *The Philosophy of Karl Popper* (1974); *Unended Quest*; dan *The Self and Its Brain*.⁶⁴

Popper mengkritisi pandangan mengenai keistimewaan sains karena berasal dari fakta-fakta, semakin banyak fakta semakin baik. Ia juga mengkritik penganut Freudian dan Marxist yang mendukung teori-teori mereka dengan menginterpretasikan sejumlah contoh yang sangat banyak dari perilaku manusia atau perubahan sejarah berturut-turut dalam ketentuan teori mereka dan mengklaimnya telah didukung oleh temuan-temuan tersebut. Popper memandang teori-teori mereka tidak pernah salah untuk mengakomodasi beberapa kasus yang sesuai dengan teori mereka. Oleh karena itu, walaupun menampilkan keunggulan teori dengan menunjukkan sederet fakta-fakta pendukung, sebenarnya mereka tidak

⁶³ Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 449.

⁶⁴ Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 449.

mampu menjelaskan apa-apa karena tidak ada sesuatu pun yang dikesampingkan.⁶⁵

Keseluruhan filsafat Popper berangkat dari solusi yang diajukan yaitu falsifikasionisme. Falsifikasionisme mengklaim bahwa hipotesis dikatakan saintifik jika dan hanya jika ia memiliki potensi untuk disanggah (dibuktikan salah) oleh beberapa observasi yang mungkin. Menurut Popper, untuk menjadi saintifik, sebuah hipotesis harus mengambil resiko, “mempertahankan pundaknya”. Jika sebuah teori tidak menanggung resiko sama sekali disebabkan ia selalu sesuai dengan setiap observasi yang mungkin maka teori tersebut tidak dapat dikatakan saintifik. Selain itu, Popper menyatakan dengan tegas bahwa tidaklah mungkin mengonfirmasi atau membangun sebuah teori dengan menunjukkan kebenarannya dengan hasil observasi. Konfirmasi adalah mitos (cerita yang dibuat-buat). Satu-satunya hal dapat dilakukannya pengujian observasional ialah untuk membuktikan bahwa sebuah teori ialah salah. Jadi, kebenaran teori sains tidak dapat pernah didukung oleh bukti-bukti observasional, tidak pernah sedikit pun, dan tidak mungkin jika sebuah teori membuat begitu

⁶⁵ A.F. Chalmers, *What is This Called Science?*, (Glasgow: Bell & Bain Ltd., 1999), 59.

banyak prediksi yang semuanya sesuai dengan yang diharapkan.⁶⁶

Menurut Popper, sains berubah-ubah melalui dua langkah yang berulang-ulang tak pernah berhenti. Langkah 1 adalah dugaan (*conjecture*) yaitu seorang saintis menawarkan sebuah hipotesis yang mendeskripsikan dan menjelaskan beberapa bagian dunia. Dugaan yang baik adalah sesuatu yang tegas, sesuatu yang memiliki banyak resiko dengan membuat prediksi baru. Tahap 2 adalah percobaan sanggahan. Sebuah hipotesis tunduk pada tes kritis dalam usaha untuk menunjukkan bahwa ia salah. Sekali hipotesis ditolak, kita kembali ke langkah 1, dugaan baru ditawarkan dan demikian seterusnya.⁶⁷

Popper menjelaskan bagaimana pengujian teori relativitas Einstein yang dilakukan oleh Eddington pada tahun 1919. Teori Einstein ini membawa implikasi bahwa sinar-sinar dari partikel cahaya pasti dibelokkan jika melewati objek-objek bermassa besar seperti Matahari. Sebagai konsekuensinya, sebuah bintang yang terletak jauh dari Matahari pasti tampak berpindah dari arah tempat di mana dilakukan observasi dalam ketiadaan pembelokan ini. Eddington melihat perpindahan ini dengan mengamati sebuah bintang ketika cahaya Matahari tertutupi oleh Bulan saat gerhana. Perpindahan (*displacement*)

⁶⁶ Smith, *An Introduction To*, 58-59.

⁶⁷ Smith, *An Introduction To*, 61.

ini terbukti dan teori Einstein terbukti benar. Namun, menurut Popper, seharusnya tidak demikian. Dengan membuat sebuah prediksi yang spesifik dan dapat diuji, teori umum relativitas berada pada keadaan berisiko. Teori ini mengesampingkan observasi yang tidak sesuai dengan prediksi tersebut. Popper sampai pada gagasan utamanya bahwa teori-teori sains ialah falsifiabel (dapat diuji kebenarannya).⁶⁸

Teori-teori ditafsirkan olehnya sebagai dugaan (*conjecture*) yang bersifat spekulatif dan tentatif atau perkiraan (*guess*) yang secara bebas diciptakan oleh kemampuan intelektual manusia dalam usahanya untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh teori-teori sebelumnya untuk memberikan penjelasan yang memadai terhadap aspek-aspek dunia dan alam semesta. Sekali diajukan, teori-teori spekulatif dapat diuji secara ketat oleh siapa pun melalui suatu observasi dan eksperimen.⁶⁹ Sebuah teori yang kita gagal menyalahkannya hingga saat ini mungkin bisa jadi benar.⁷⁰

Penekanan ide Popper adalah kita tidak harus memercayai bahwa sebuah teori adalah pasti benar. Misalnya, fisika Newton dikenal sebagai yang terbaik didukung oleh teori yang pernah ada. Namun, di awal abad ke-21, teori ini dianggap

⁶⁸ Chalmers, *What is This*, 60.

⁶⁹ Chalmers, *What is This*, 60.

⁷⁰ Smith, *An Introduction To*, 61.

keliru dalam beberapa hal. Kita hanya bisa mengatakan bahwa teori mungkin benar, tidak lebih.⁷¹

Popper juga mengkritik metode induktif sebagai penerimaan dalam ilmu-ilmu empiris. Dalam metode induktif, logika penemuan ilmiah dilakukan dengan penyimpulan (inferensi) dari pernyataan-pernyataan tunggal atau pernyataan partikular seperti laporan hasil pengamatan atau eksperimen menjadi pernyataan universal seperti hipotesis-hipotesis atau teori-teori.⁷² Bagi Popper, prinsip induksi hanya membantu untuk memutuskan probabilitas. Pernyataan-pernyataan ilmiah hanya dapat mencapai derajat probabilitas yang kontinu dengan batas atas dan batas bawah yang dinamakan kebenaran dan kekeliruan⁷³

Menurut Popper, teori-teori ilmiah terus berubah, bukan karena sekadar kebetulan melainkan mungkin sangat diharapkan sesuai dengan pencirian terhadap ilmu empiris. Itulah mengapa teori-teori yang rumit dikonstruksi dengan lebih baik secara logis.⁷⁴ Popper mengajukan teorinya melalui

⁷¹ Smith, *An Introduction To*, 59-60.

⁷² Karl R. Popper, *Logika Penemuan Ilmiah*, terj. Saut Pasaribu & Aji Sastrowardoyo, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008), 4.

⁷³ Popper, *Logika Penemuan Ilmiah*, 7.

⁷⁴ Popper, *Logika Penemuan Ilmiah*, 39.

beberapa pernyataan tentang bagaimana sebuah teori dikatakan saintifik⁷⁵:

- a. Sangat mudah untuk mendapatkan bukti, konfirmasi atau verifikasi bagi pembenaran teori jika kita benar-benar ingin mencari konfirmasi.
- b. Konfirmasi atas suatu teori harus diperhitungkan hanya jika itu adalah hasil prediksi beresiko. Artinya, jika tidak tercerahkan oleh teori yang dimaksud, kita seharusnya mengharapkan sebuah peristiwa yang tidak sesuai dengan teori, sebuah peristiwa yang akan membantah teori tersebut.
- c. Setiap teori ilmiah yang baik adalah sebuah larangan: melarang hal-hal tertentu terjadi. Semakin banyak teori yang melarang maka dikatakan semakin baik.
- d. Sebuah teori yang tidak dapat dipungkiri oleh peristiwa yang mungkin terjadi adalah nonsaintifik. Ketidakmampuan disangkal bukanlah kebaikan sebuah teori (seperti yang sering dipikirkan orang) tapi sebuah keburukan.
- e. Setiap pengujian atas teori yang sejati adalah usaha untuk memfalsifikasinya atau menolaknya.

⁷⁵ Karl R. Popper, *Conjecture And Refutation: The Growth of Scientific Knowledge*, (London, New York London, 1962), 36-37.

- f. Mengkonfirmasi bukti tidak boleh diperhitungkan kecuali jika ini adalah hasil dari uji asli teori. Ini berarti bahwa hal itu dapat disajikan sebagai upaya yang serius namun tidak berhasil untuk memfalsifikasi teori tersebut.
- g. Beberapa teori yang benar-benar dapat diuji, jika terbukti salah, masih dijunjung oleh pengagum mereka, misalnya dengan memperkenalkan *ad hoc* beberapa asumsi tambahan, atau dengan menafsirkan ulang teori *ad hoc* sedemikian rupa sehingga lolos dari sanggahan.

2. Pandangan Kuhn

Thomas Samuel Kuhn lahir pada tanggal 18 Juli 1922 di Ohio, Amerika Serikat. Karir akademiknya dimulai ketika ia memperoleh gelar sarjana muda pada tahun 1943. Pada tahun 1946, ia memperoleh gelar master di bidang fisika di Harvard. Gelar doktornya ia dapatkan di universitas yang sama pada tahun 1949. Ia adalah seorang filsuf, fisikawan, dan sejarawan Amerika Serikat yang sangat berpengaruh dalam dunia akademik. Bukunya yang terkenal adalah *The Structure of Scientific Revolution* yang memperkenalkan istilah *paradigm shift* atau pergeseran paradigma.⁷⁶

Kuhn meninggal di Cambridge pada tanggal 17 Juni 1996 ketika berusia 73 tahun. Sebagai seorang filosof, ia menulis

⁷⁶ Wikipedia, "Thomas Kuhn", diakses tanggal 10 Maret 2018, https://id.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn.

beberapa karya yaitu *The Copernican Revolution* (1957), *The Structure of Scientific Revolutions* (1962), *The Essential Tension* (1977), *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity* (1978), dan *The Road Since Structure* (2000).⁷⁷

Corak sentral dari *normal science* bagi Kuhn adalah gagasan fundamental berkaitan dengan paradigma yang tidak diperdebatkan. Paradigma merupakan model dalam teori ilmu pengetahuan atau kerangka berpikir.⁷⁸ Paradigma di dalam teori Kuhn adalah keseluruhan cara dalam melakukan sains di beberapa bidang khusus. Paradigma juga merupakan sejumlah klaim (pernyataan) tentang dunia, metode-metode untuk mengumpulkan dan menganalisis data, dan kebiasaan pemikiran (*thought*) dan tindakan (*action*) saintifik. Hingga saat ini, pengertian istilah paradigma sangat kontroversial. Implikasi dari istilah paradigma sebagai konsep sentral dalam pemikiran Kuhn sangat luas dan memperkuat tradisi filsafat antipositivistik yang dimilikinya.⁷⁹ Penjelasan Kuhn tentang paradigma adalah hal-hal

⁷⁷ Afriadi Putra, “Epistemologi Revolusi Ilmiah Thomas Kuhn dan Relevansinya bagi Studi Al-Quran”, *Jurnal Filsafat dan Pemikiran Islam: Refleksi Vol.15, No.1*, (2015): 4, diakses 18 Maret 2018, <http://ejournal.uin-suka.ac.id/ushuluddin/ref/article/view/1075/981>.

⁷⁸ Kamus Besar Bahasa Indonesia (online), diakses tanggal 11 Maret 2018, <https://kbbi.web.id/paradigma>,

⁷⁹ Turkan Firinci Orman, “Paradigm as a Central Concept in Thomas Kuhn’s Thought”. *International Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 6, No. 10; , ISSN 2220-8488 (Print), 2221-0989 (Online).October (2016): 47, diakses 8 Maret 2018,

yang telah diterima dalam praktik saintifik seperti hukum (*law*), teori, terapan (*application*) dan juga instrumentasinya yang memberikan model yang menciptakan tradisi koheren tertentu dari riset ilmiah.⁸⁰

Di dalam teori Kuhn, perubahan besar di dalam cara saintis memandang dunia atau disebut sebagai “revolusi” terjadi ketika satu paradigma menggantikan paradigma yang lain. Kuhn menjelaskan bahwa data-data observasi dan logika semata tidak dapat memaksa saintis pindah dari satu paradigma ke paradigma yang lain karena paradigma-paradigma yang berbeda seringkali menyertakan kaidah-kaidah yang berbeda di dalamnya untuk memperlakukan data dan menilai teori.⁸¹

Karakteristik utama dari teorinya adalah penekanan yang ditujukan kepada karakter revolusi dari progres sains di mana sebuah revolusi melibatkan pengabaian satu struktur teoretis dan pergantiannya oleh yang lain. Ciri penting yang lain adalah peran penting yang dimainkan oleh karakteristik sosiologis dari komunitas sains.⁸² Tahapan bagaimana cara sains berprogres

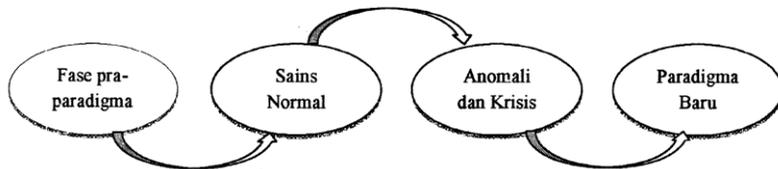
https://www.researchgate.net/publication/316550322_Paradigm_as_a_Central_Concept_in_Thomas_Kuhn's_Thought

⁸⁰ Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolution, The Second Edition*, (Chicago: The University of Chicago Press, 1970), 10.

⁸¹ Smith, *An Introduction To*, 76.

⁸² Chalmers, *What is This*, 107.

berdasarkan pandangan Kuhn melalui tahap-tahap: Prasains – sains normal– krisis – revolusi – sains normal baru – krisis baru.⁸³



Gambar 7. Tahap perkembangan sains menurut Kuhn⁸⁴

Prasains juga dinamakan Kuhn sebagai praparadigma yaitu suatu keadaan yang belum memungkinkan munculnya penemuan sehingga masih dalam kerangka pencarian untuk ditemukan bahkan tidak ada sesuatu yang dapat dianggap sebagai ilmu pengetahuan.⁸⁵ Sedangkan sains normal adalah riset yang sungguh-sungguh didasarkan atas satu atau lebih capaian saintifik masa lalu, capaian yang komunitas sains secara khusus mengakui pada suatu waktu sebagai pemberi landasan praktik riset yang mendalam.⁸⁶ Sains normal melibatkan usaha-usaha yang terperinci untuk menjelaskan sebuah paradigma dengan tujuan meningkatkan kesesuaian antara paradigma tersebut dengan alam.

⁸³ Chalmers, *What is This*, 108.

⁸⁴ Putra, “Epistemologi Revolusi Ilmiah,” 6.

⁸⁵ Putra, “Epistemologi Revolusi Ilmiah,” 6.

⁸⁶ Kuhn, *The Structure of Scientific*, 10.

Kuhn menggambarkan sains normal sebagai aktifitas pemecahan teka-teki yang diatur oleh kaidah-kaidah paradigma. Dalam paradigm Newtonian misalnya, teka-teki teoretis yang khas melibatkan perancangan teknik matematis yang berkaitan dengan gerakan sebuah planet tunduk pada lebih dari satu gaya tarik dan membangun asumsi sesuai untuk menerapkan Hukum Newton terhadap gerakan fluida. Sedangkan teka-teki eksperimental termasuk di dalamnya peningkatan akurasi observasi teleskopik dan kemajuan kemampuan teknik eksperimen dalam menghasilkan pengukuran yang *reliable* dari konstanta grafitasi.⁸⁷

Saintis normal menghabiskan waktu panjang mencoba memperluas paradigma secara teoretis maupun eksperimen terhadap kasus-kasus yang baru. Kuhn menerima bahwa teori kadang-kadang disangkal oleh hasil observasi; di dalam *normal science*, hipotesis disangkal (dan dikuatkan) tanpa henti-hentinya.⁸⁸ Penolakan terhadap sains yang mendukung pelaksanaan suatu pekerjaan ilmiah menurut Kuhn merupakan satu-satunya jenis penolakan paradigma yang dapat ditimbulkan oleh suatu fenomena kejanggalan. Begitu paradigma pertama tentang alam telah ditemukan, tidak ada penelitian yang berkelanjutan tanpa adanya paradigma apa pun. Menolak satu

⁸⁷ Chalmers, *What is This*, 110.

⁸⁸ Smith, *An Introduction To*, 82.

paradigma tanpa mengganti secara simultan dengan paradigma yang lain adalah menolak sains itu sendiri.⁸⁹ Menurut Kuhn, penolakan suatu paradigma terjadi hanya ketika (1) suatu massa kritis keganjilan muncul, (2) paradigma tandingan muncul.⁹⁰

Sebuah revolusi merupakan suatu jenis diskontinuitas di dalam sejarah dari suatu lapangan sains. Dalam penjelasan Kuhn, perubahan saintifik dalam skala besar selalu membutuhkan dua hal yaitu suatu krisis dan kemunculan kandidat paradigma baru. Sebuah krisis saja tidak akan menyebabkan para saintis menganggap suatu teori atau paradigma besar sebagai kekeliruan. Kita tidak akan menemukan falsifikasi murni, penolakan suatu paradigma tanpa penerimaan sebuah paradigma atau teori lain secara bersamaan. Peralihan ke suatu paradigam baru tidak terjadi hanya karena suatu ide baru yang muncul tampak lebih baik daripada paradigma lama. Tanpa krisis, saintis tidak akan memiliki motivasi untuk mempertimbangkan perubahan radikal.⁹¹

E. Teori Dialektika

Dialektika (*dialectic/dialektos*) berawal dari penarikan perbedaan-perbedaan yang ketat. Dialektika di dalam sejarah filsafat ilmu pengetahuan sudah dimulai pada masa Zeno, Socrates, dan Plato. Dialektika pada mulanya menunjuk pada debat dengan tujuan untuk menolak argumen lawan atau membawa lawan pada

⁸⁹ Kuhn, *The Structure of Scientific*, 79.

⁹⁰ Smith, *An Introduction To*, 82.

⁹¹ Smith, *An Introduction To*, 88.

kontradiksi-kontradiksi, dilema, atau paradoks. Seorang dialektikawan adalah seseorang yang tidak membiarkan sesuatu tidak dipersoalkan.⁹²

Fichte adalah orang pertama yang memaparkan proses dialektika yang mencakup tesis, antitesis, dan sintesis. Kemudian, Hegel menerima pandangan Fichte. Hegel memandang bahwa kenyataan pada semua tingkat memperlihatkan suatu proses dialektis yang tak henti-hentinya. Menurut Aristoteles, dialektika mampu menjadi metode kritik.⁹³

Dialektika merupakan ajaran Hegel yang menyatakan bahwa segala sesuatu yang terdapat di alam semesta itu terjadi dari hasil pertentangan antara dua hal dan yang menimbulkan hal lain lagi.⁹⁴ Pemikiran dialektis menurut Hegel merupakan satu proses untuk mencapai kebenaran. Metode dialektis ini diungkapkan sebagai tiga langkah yaitu dua pengertian (pernyataan/pendapat) yang saling bertentangan dan satu sebagai langkah penggabungan/pendamai kedua pengertian yang bertentangan tersebut.⁹⁵

Seluruh sistem filsafat Hegel terdiri dari triade-triade yaitu rangkaian proses dialektis yang terdiri dari tiga tahap yakni tesis-

⁹² Lorens Bagus, *Kamus Filsafat*, (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005), 161-162.

⁹³ Bagus, *Kamus Filsafat*, 163.

⁹⁴ Kamus Besar Bahasa Indonesia (online), <https://kbbi.web.id/dialektika>, diakses 18 April 2018.

⁹⁵ Akhyar Yusuf Lubis, *Filsafat Ilmu Klasik Hingga Kontemporer, Cct.ke-2*, (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2015), 107.

antitesis-sintesis. Tesis sebagai titik tolak metode Hegel terdiri dari pengertian atau konsep-konsep yang dianggap jelas dan fundamental. Tesis akan membawa orang pada antitesis atau pengingkaran. Sedangkan sintesis merupakan penyelesaian evolutif atas konsep-konsep yang saling bertentangan dan merupakan penyelesaian dari konsep-konsep yang bertentangan tersebut. Sintesis sebagai upaya mengangkat, melarutkan keduanya ke tahap yang lebih tinggi sehingga kedua pandangan yang saling bertentangan itu akhirnya mendapatkan kenyataan dan pemahaman baru.⁹⁶

⁹⁶ Lubis, *Filsafat Ilmu Klasik*, 106-107.

BAB III

KAJIAN KRITIS PROGRES SAINS TEORI-TEORI BENTUK BUMI DAN KELANJUTANNYA DI MASA MENDATANG

Sebelum telaah lebih jauh, perlu didefinisikan terlebih dahulu pengertian dari progres sains. Progres diartikan sebagai kemajuan¹. Sedangkan sains adalah pengetahuan sistematis yang diperoleh dari suatu observasi, penelitian, dan uji coba yang mengarah pada penentuan sifat dasar atau prinsip sesuatu yang sedang diselidiki, dipelajari, dan sebagainya.² Dengan demikian, progres sains teori-teori bentuk Bumi yang dimaksud di dalam penelitian ini adalah kemajuan pengetahuan sistematis baik berupa observasi, penelitian, dan uji coba untuk membuktikan kebenaran teori-teori bentuk Bumi. Dalam melihat progres masing-masing teori, digunakan pandangan Kuhn yaitu progres sains dilihat dari sejauh mana sains normal dikembangkan. Selanjutnya, disebabkan kebenaran sains menurut pandangan Popper merupakan dugaan dan kebenarannya bersifat sementara, dalam arti sains bukanlah representasi suatu kebenaran hakiki, kelanjutan masing-masing teori akan dikaji menggunakan analisis pemikiran Popper.

¹ Kamus Besar Bahasa Indonesia (online), diakses 15 Maret 2018, <https://www.kbbi.web.id/progres>.

² Kamus Besar Bahasa Indonesia (online), diakses 15 Maret 2018, <https://www.kbbi.web.id/sains>.

A. Progres Sains Teori Bumi Datar

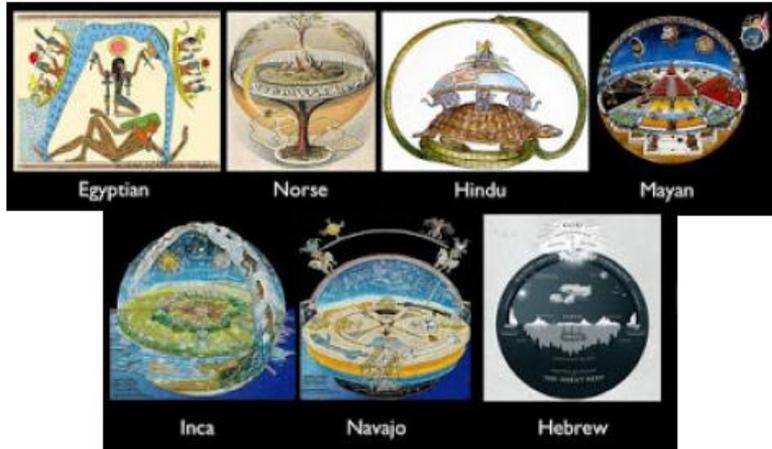
Menurut Kuhn, tahapan progres sains menempuh beberapa proses yaitu dimulai dengan prasains. Selanjutnya perkembangan kemampuan nalar manusia membawanya kepada adanya paradigma yang disepakati bersama yaitu masa sains normal. Tahap berikutnya adalah krisis. Adanya krisis dan paradigma tandingan berpotensi untuk memicu terjadinya revolusi sains. Bagi teori Bumi datar, progres sains berjalan hanya dalam dua tahap yaitu prasains dan sains normal. Sedangkan krisis dan revolusi tidak menjadi bagian dari progres sains Bumi datar.

1. Masa prasains.

Dari awal sejarah yang tercatat dan selama ribuan tahun, budaya bangsa-bangsa di seluruh dunia percaya bahwa Bumi itu datar.³ Berbagai kosmologi dan kosmogoni mereka berbeda dalam hal-hal kecil tetapi geografi dan astronomi mereka secara keseluruhan sangat konsisten dan bahkan hampir identik. Bumi adalah stasioner dan tidak mempunyai gerakan atau kelengkungan, datar di seluruh bentangannya kecuali untuk perbukitan, gunung dan lembah. Kutub utara adalah titik pusat mono-pole magnetik dari Bumi dengan Polaris terletak tepat di atasnya. Polaris adalah satu-satunya bintang yang tidak bergerak di langit. Sedangkan rasi-rasi bintang lainnya

³ Bangsa Babilonia, Kosmologi awal orang-orang Hindu yang dijelaskan di dalam Rig Veda, bangsa Sumeria, Mesir, termasuk Suku Indian di Amerika Utara. Lihat Seely, "The Firmament And," 231-235.

memutar dengan lintasan berupa lingkaran sempurna di atas Bumi setiap malam.



Gambar 8. Kepercayaan bangsa-bangsa kuno tentang Bumi datar⁴

Bintang-bintang dibagi menjadi dua kategori yang dikenal sebagai bintang tetap dan bintang-bintang pengembara. Bintang-bintang tetap disebut demikian karena mereka tampak selalu tetap dalam pola konstelasinya malam demi malam, tahun demi tahun, abad demi abad, tidak pernah mengubah posisi relatif mereka. Bintang-bintang pengembara, yang hari ini disebut sebagai "planet", disebut demikian karena gerakannya memperlihatkan pola spirograph seperti gerakan maju dan retrograde di atas dan di sekitar Bumi selama siklusnya. Jadi, bagi manusia zaman dahulu, Bumi dan Polaris

⁴ Eric Dubay, "The History of Flat Earth", diakses 13 Mei 2018, <http://www.ericdubay.com>

adalah dua titik pusat alam semesta yang tidak bergerak di mana Matahari, Bulan, dan bintang-bintang lain semuanya berputar dalam bentuk seperti kubah. Di balik dinding es, beberapa budaya mengklaim bahwa tidak ada manusia yang bisa menembusnya. Budaya lain percaya ada dunia dan peradaban lain di luar Antartika.⁵

Prasains (ketiadaan paradigma) dalam teori Bumi datar dapat dikatakan dimulai sudah sangat lama, jauh sebelum munculnya cikal bakal sains modern. Masa prasains teori ini dalam lacakan sejarah merupakan periode awal orang-orang Mesir dan Babilonia. Orang-orang Babilon memercayai Bumi ini sebagai bidang melingkar yang sangat luas yang dikelilingi air dan memiliki kubah langit (*dome*) yang terbuat dari logam yang sangat kokoh.⁶ Air tidak hanya mengelilingi Bumi melainkan juga di atas kubah Bumi.⁷ Sedangkan menurut kepercayaan orang-orang Mesir kuno, Bumi ini merupakan bidang segiempat dengan langitnya yang ditopang oleh

⁵ Dubai, "The History of Flat Earth"

⁶ Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, 6. Mengenai kubah langit ini, sejumlah pakar Bibel dan kamus bahasa Ibrani standar juga menyatakan hal serupa yaitu dari kata *raqia* yang disebutkan di dalam Genesis 1: 6-8. Suku Dayak pedalaman Kalimantan juga memercayai bahwa Bumi datar dan memiliki kubah langit (*dome*). Kepercayaan kosmologi serupa juga dijumpai di Afrika Selatan. Lihat Seely, "The Firmament And," 227-228.

⁷ Robert J. Schadewald, *Worlds of Their Own: A Brief History of Misguided Ideas: Creationism, Flat-Earthism, Energy Schams, And The Velikovsky Affair*, (Bloomington: Xlibris Corporation, 2008), 95.

gunung-gunung.⁸ Di sini jelas bahwa masa-masa ini belum ada paradigma yang disepakati mengenai datarnya bentuk Bumi. Pandangan-pandangan yang ada juga sangat kental dengan kepercayaan atau hal mistis, tanpa adanya paradigma apa pun sehingga akhirnya ditinggalkan dan dapat dikatakan mati.

Menurut Bob Shadewald, gagasan Bumi datar dihidupkan kembali pada abad ke-18 oleh para pengikut sektarian yang dipelopori oleh Lodowick Muggleton.⁹ Pada perkembangan selanjutnya, pemikiran atas teori Bumi datar ini menjadi semakin menyebar dan menunjukkan kekuatan argumentasi ilmiahnya karena dipelopori oleh Samuel Birley Rowbotham. Rowbotham inilah yang banyak berkiprah dalam sains normal untuk membuktikan kebenaran teori Bumi datar. Tokoh-tokoh selanjutnya dapat dikatakan hanya menyebarkan pemikiran Rowbotham bahkan hingga saat ini. Paradigma yang dibangun oleh Rowbotham inilah yang selanjutnya menjadi dasar dalam riset-riset para penerusnya.

Masa prasains teori ini tidak mendapat lacakan sejarah yang berarti. Tidak seperti teori Bumi bulat, perkembangannya mendapat dukungan yang sangat besar dari filsafat Yunani, terutama Aristoteles. Ketiadaan dukungan filsafat dalam

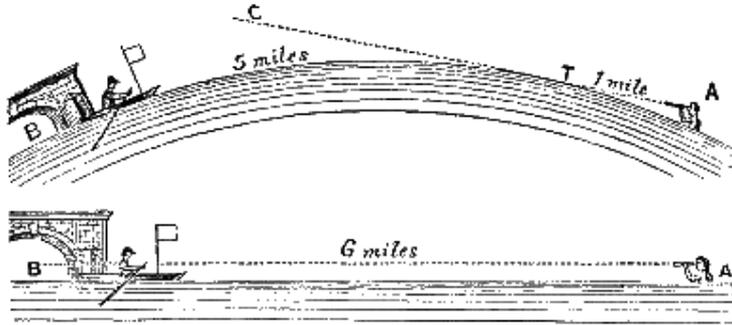
⁸ Purwanto, *Pengantar Kosmologi*, 7.

⁹ Donald E. Simanek, "The Flat Erath", diakses tanggal 12 Februari 2018 <https://www.lockhaven.edu/dsimanek/flat/flateart.htm>, Lihat juga Ardian, J. dkk. *Benarkah Bumi Itu Datar?*, 14.

sejarah perkembangan teori Bumi datar sangat mungkin menyebabkan teori ini tidak mendapat perhatian bagi perkembangan selanjutnya. Satu-satunya sejarah yang penting bagi kemunculan teori Bumi datar adalah kepercayaan orang-orang Babilonia dan Mesir kuno. Walaupun demikian, teori Bumi datar yang berkembang di era modern sudah mampu menjelaskan kekuatan argumentasinya secara ilmiah empiris dan melepaskan diri dari doktrin agama.

2. Masa sains normal

Sains normal ditandai dengan adanya paradigma. Paradigma inilah yang mengarahkan eksperimen bagi ilmuwan Bumi datar. Sains normal dari teori Bumi datar yaitu percobaan-percobaan yang mendukung teori. Pada periode awal kebangkitan teori ini (abad ke-19), Rowbotham menunjukkan bukti-bukti dalam rangka memperkuat teori ini. Argumentasi Rowbotham atas keyakinannya tentang Bumi datar adalah dengan melakukan beberapa eksperimen yaitu mengamati sebuah objek sejauh 6 mil. Dengan menggunakan teleskop, hasil eksperimennya menyatakan bahwa tidak ada kelengkungan (*curvature*) Bumi sedikit pun.



Gambar 9. Eksperimen Samuel Birley Rowbotham¹⁰

Berdasarkan hasil hitungan para ahli yang mengatakan bahwa total luas lingkaran Bumi adalah 25.000 mil, seharusnya sebuah objek yang diamati sejauh 6 mil (9.7 km) sudah berada di belakang lengkungan Bumi (*curvature*). Tetapi berdasarkan percobaan Samuel Robowtham ini, kapal sebagai objek yang diamatinya masih dapat terlihat dengan jelas melalui teleskopnya. Dari percobaannya ini, Robowtham ingin menjelaskan jika memang benar Bumi itu berbentuk bulat, tidak mungkin kapal tersebut yang jaraknya telah mencapai 6 mil masih dapat terlihat penuh walaupun menggunakan teleskop karena pada jarak tersebut objek yang diamati sudah berada di balik lengkungan Bumi.

Argumentasi lainnya masih berkaitan dengan keadaan permukaan air yang rata yaitu bentuk horizon mendatar pada pengamatan permukaan air laut. Ini juga diperkuat oleh

¹⁰ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 19-20

percobaan pengamatan menggunakan balon udara oleh Coxwell dan Glaisher dari observatorium kerajaan Greenwich yang dilakukan pada tahun 1862.¹¹

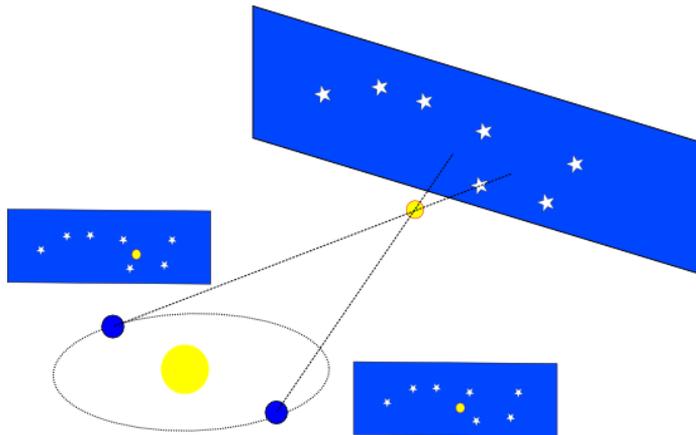
Menurut Rowbotham, Bumi tidak berotasi (*axial motion*). Argumentasi Rowbotham sangat sederhana yaitu tidak ada efek yang dirasakan manusia di Bumi. Pembuktiannya misalnya dengan melemparkan benda (peluru) ke atas lurus sedemikian rupa. Benda tersebut akan jatuh ke bawah pada tempat yang sama. Analoginya adalah serupa dengan percobaan melempar benda (batu, peluru, dan sejenisnya) ke atas di atas sebuah kereta api yang bergerak. Jika benda di lempar ke atas di atas kereta yang bergerak maka benda tersebut akan jatuh di tempat lain berlawanan dengan arah pergerakan kereta. Fenomena ini tidak terjadi di Bumi.

Rowbotham juga membantah adanya revolusi Bumi (*orbital motion*). Menurut Copernicus, revolusi Bumi yang menempuh jarak yang sangat besar menyebabkan *stellar parallax*.¹² Namun, fenomena ini tetap dibantah Rowbotham karena pada masa Galileo, tidak ada satu pun ilmuwan yang mampu membuktikannya. Beberapa astronom melaporkan hasil

¹¹ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 38.

¹² *Stellar parallax* adalah perubahan posisi bintang yang jaraknya relatif dekat dengan Bumi terhadap suatu bintang tetap (sangat jauh) yang diamati dari Bumi akibat Bumi bergerak mengelilingi Matahari. Gerakan ini sangat kecil dan sulit diamati. Lihat gambar 10.

pengamatan mereka seperti Bessel, bahwa parallax sebuah bintang di antara konstelasi Cygnus sebesar $0''.35$. Ada pula astronom lain melaporkan adanya parallax sebesar $0''.57$, dan $0''.51$. Angka-angka yang sangat kecil ini menurut Rowbotham sangat sulit teramati dan ketelitian hasilnya tidak dapat dipertanggungjawabkan.¹³



Gambar 10. Ilustrasi *stellar parallax*¹⁴

Rowbotham memberikan gambaran tentang bagaimana permukaan Bumi berdasarkan teori Bumi datar. Berdasarkan teorinya, pusat Bumi adalah kutub utara. Sedangkan di bagian selatan adalah tembok es yang mengelilingi Bumi dan bagian terjauh Bumi yang semakin ke selatan adalah kegelapan yang tidak dapat dijangkau oleh persepsi manusia.

¹³ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 71.

¹⁴ Wikipedia, “Stellar Parallax”, diakses 20 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_parallax/media/File:ParallaxeV2.png.



Gambar 11. Gambaran permukaan Bumi menurut Rowbotham

Pada gambar di atas, N merupakan pusat Bumi (kutub utara), I merupakan dinding melingkar es, L merupakan massa daratan yang cenderung ke selatan, W merupakan laut dalam. S merupakan batas selatan yang dikelilingi es, D merupakan wilayah sangat gelap yang tidak dapat dijangkau oleh persepsi manusia bahkan dengan teleskop sekalipun.¹⁵

Ukuran Bumi (dari pusatnya di utara ke keliling selatannya) hanya dapat dinyatakan dengan perkiraan saja. Dalam bentangan Atlantic Cable kapal uap great eastern pada tahun 1866, jarak dari Valencia yang terletak di bagian pantai barat daya Irlandia, ke teluk Trinity di New Faoundland adalah 1665 mil. Bujur Valencia adalah $10^{\circ} 30'$ BB dan teluk Trinity $53^{\circ} 30'$ BB. Selisih bujur dari kedua tempat tersebut adalah 43°

¹⁵ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 76.

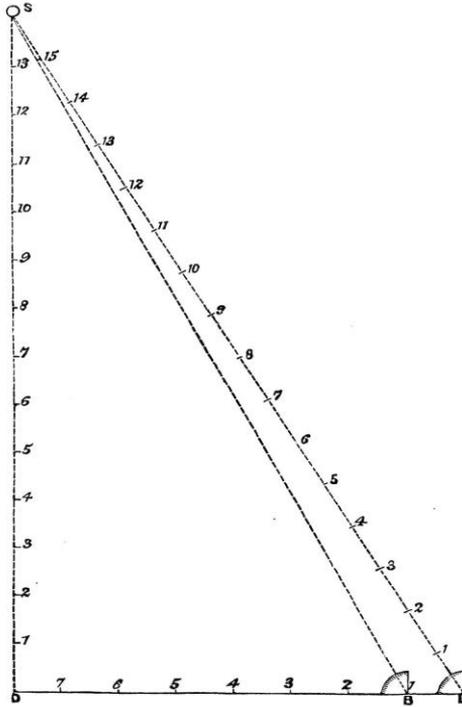
dan seluruh jarak yang mengelilingi Bumi dibagi ke dalam 360°. Oleh karena itu, jika 43° setara dengan 1665 mil laut atau sama dengan 1942 mil laut atau 360° akan setara dengan 13.939 nautical atau 16.262 mil laut maka dengan mengambil perbandingan jari-jari terhadap keliling kita peroleh 2.200 nautical atau 2556 mil laut sebagai jarak sesungguhnya dari Valencia di Irlandia ke pusat Bumi di utara.¹⁶

Perhitungan keliling Bumi jika mengacu pada perhitungan Rowbotham prinsipnya adalah dengan mengetahui jarak antara dua tempat misalkan A dan B yang terletak di lintang yang sama dan jarak melingkarnya diketahui. Kemudian dihitung selisih nilai Bujur A dan B (misalkan L). Dengan demikian perhitungan kelilingnya menjadi:

$$\frac{360}{L} \times S$$

Rowbotham juga menjelaskan bagaimana menghitung jarak antara Matahari ke Bumi. Berikut merupakan ilustrasi pengukurannya yang sampai saat ini digunakan oleh komunitas Bumi datar untuk memperkuat argumentasi teori ini.

¹⁶ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 77.



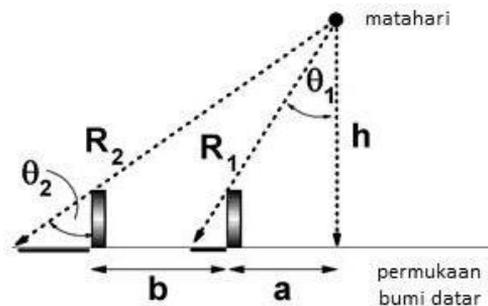
Gambar 12. Ilustrasi perhitungan jarak Matahari ke Bumi.

Jarak dari London Bridge (L) ke sea-coast di Brihton (B) dalam jarak garis lurus adalah 50 statu mil. Pada hari tertentu, pada pukul 12 siang, tinggi (*altitude*) Matahari di L adalah 61° . Pada waktu yang sama, tinggi Matahari di B adalah 64° . Dengan sketsa seperti gambar di atas (menggunakan bantuan jangka) maka diperoleh D ke S sepanjang 700 statu mil yang

menyatakan jarak Bumi ke Matahari. Nilai ini diperoleh dari 50 statu mil dikali dengan 14 (skala dari D ke S).¹⁷

Pengukuran jarak Matahari ke Bumi juga ditawarkan oleh komunitas Bumi datar saat ini dengan metode yang hampir sama dengan yang dijelaskan Rowbotham yakni menggunakan perhitungan perbandingan atau kesebangunan segitiga siku-siku pada saat terjadinya kulminasi (tidak ada bayangan benda tegak) di khatulistiwa, yang pengukurannya dilakukan oleh komunitas Bumi datar Indonesia (FE101). Pada tanggal 23 September 2017 lalu, gerakan ini menjadi gerakan nasional yang dilakukan serempak di Indonesia. Perhitungan ini juga menjadi hasil riset yang dituangkan di Jurnal ilmiah FE101.

Adapun metode perhitungannya adalah sebagai berikut.



Gambar 13. Contoh metode pengamatan bayang-bayang Matahari dalam perhitungan jarak Matahari oleh komunitas FE101¹⁸

¹⁷ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 86.

¹⁸ Boss Darling, "Gerakan Nasional Menghitung Jarak Matahari Versi Bumi Datar dan Bumi Globe 23 September 2017", Press Release FE101

Jarak Bumi ke Matahari dengan hasil sekitar 6000 km ini sangat masuk akal jika dianggap Bumi bentuknya datar dengan ukuran Matahari berupa bola yang ukurannya sangat kecil mendekati sebuah titik, namun memiliki kekuatan sumber radiasi yang sangat besar sehingga memancar ke segala arah. Namun, jika deskripsi terjadinya kulminasi di khatulistiwa dengan asumsi Bumi bulat dengan jarak Matahari sangat jauh maka hasilnya tidaklah demikian. Deskripsi letak Matahari yang sangat jauh ini menghasilkan arah bayangan ke bumi seluruhnya sejajar.

Rowbotham menyatakan bahwa Bulan permukaannya transparan dan memancarkan cahayanya sendiri (*self-luminous body*) yang unik¹⁹. Ini ia buktikan ketika terjadi gerhana Bulan. Pada tanggal 27 Februari 1858 di Brussel gerhana Bulan terlihat oleh beberapa filsuf Inggris. Sebelum terjadi kontak gerhana, muncul titik (*spot*) hitam kecil muncul di permukaan Bulan dan selama proses gerhana tersebut Bulan menampilkan cahaya merah kecoklatan pada bagian pinggirnya. Bukti lainnya yang ia jelaskan adalah pada gerhana total (yang seharusnya seluruh permukaan bulan tertutupi bayangan Bumi),

Community 21 September 2017, 2. Model perhitungannya adalah menggunakan trigonometri biasa (datar).

¹⁹ Menurut Rowbotham, cahaya Bulan sifatnya berlawanan dengan cahaya Matahari. Cahaya Bulan sifatnya lebih dingin, lembab, dan septik.

Bulan masih memancarkan cahayanya. Pada tanggal 22 Desember 1703 di Avignon, gerhana Bulan total masih menampakkan cahaya kemerahan. Di sini ia menyimpulkan bahwa permukaan Bulan transparan dan memancarkan cahayanya sendiri yang unik.²⁰

Peristiwa pasang dan surut air laut menurut Rowbotham bukanlah disebabkan oleh tarikan atau gaya gravitasi Bulan seperti yang dijelaskan Newton. Peristiwa tersebut terjadi karena gerakan perlahan Bumi “naik-turun” atau “*rise and fall*” akibat tekanan atmosfer dan reaksi (ke atas) Bumi terhadapnya. Ketika daratan menurun, terjadilah pasang. Sebaliknya, ketika Bumi menaik, terjadilah surut. Gerakan naik-turun perlahan ini ia buktikan dengan ketampakan bintang kutub yang bergerak perlahan naik turun.²¹

Ada juga WM. Carpenter menerbitkan panflet 8 halaman yang memuat ide bumi datar pada tahun 1864. Selanjutnya ia menulis sebuah buku yang terkenal berjudul *One Hundred Proofs That Earth is Not A Globe* yang dipublikasikan pada tahun 1885. Secara umum, melalui buku ini, Carpenter lebih banyak mengkritik teori Bumi bulat yang menurutnya penuh kejanggalan. Beberapa pemikiran Carpenter yang ia jelaskan sebagai 100 bukti bahwa Bumi bukanlah sebuah bola (*globe*)

²⁰ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 111.

²¹ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 139-140.

merupakan adopsi dari pemikiran pendahulunya misalnya tentang hukum perspektif, datarnya horizon di pemandangan laut (tidak konveks), aliran sungai yang panjangnya hingga ratusan mil seperti Sungai Nil mengalir normal (tanpa kesulitan melawan kelengkungan Bumi), dan lain-lain. Carpenter memperkuat idenya tentang operasi pengecoran dalam konstruksi rel kereta api, terowongan, atau kanal dilakukan tanpa memperhitungkan sedikit pun faktor kelengkungan Bumi walaupun diajarkan bahwa ini benar-benar diperlukan. Ini adalah bukti bahwa Bumi bukan berupa bola.²²

Paralel garis lintang yang merupakan semua garis imajiner di permukaan Bumi adalah lingkaran yang membesar secara progresif dari pusat utara sampai lingkaran selatan. Jalur pelaut ke arah salah satu lingkaran konsentris ini adalah bujurnya, tingkatnya meningkat sampai batas di atas ekuator (mengarah ke selatan) sehingga ratusan kapal telah hancur karena gagasan salah yang dibuat oleh ketidakbenaran dari grafik dan teori Bumi bulat sehingga menyebabkan pelaut terus-menerus keluar dari perhitungannya. Menurut Carpenter, jika Bumi adalah bola dunia, jarak di sekitar permukaannya yang berada di 45 derajat lintang selatan misalnya, tidak mungkin lebih besar dari pada garis lintang yang sama di utara.

²² WM. Carpenter, *One Hundred Proofs That Earth is Not A Globe*, (London: WM. Carpenter, 1885), 6.

Tapi, karena ditemukan oleh navigator dua kali lebih jauh (untuk mengatakan yang paling sedikit) daripada jarak yang seharusnya sesuai dengan teori Bumi bulat. Dengan peta Bumi dalam bentuk aslinya semua kesulitan dapat diselesaikan, dan pelayaran kapal dapat dilakukan di mana saja dengan keamanan yang sempurna. Ini, kemudian, adalah bukti praktis yang sangat penting bahwa Bumi bukanlah bola dunia.²³

Ini adalah fakta yang terkenal dan tak terbantahkan bahwa ada akumulasi es yang jauh lebih besar di sebelah selatan khatulistiwa daripada yang ditemukan di garis lintang yang sama di utara. Di Kerguelen, yang terletak di 50 derajat lintang selatan, hanya tumbuh 18 jenis tanaman. Sementara di Islandia yang terletak di 15 derajat lintang utara, terdapat 870 spesies. Semua fakta ini menunjukkan bahwa penyinaran Matahari kurang di tempat-tempat di wilayah selatan daripada di utara. Berdasarkan hipotesis Newton, semua ini tidak dapat dijelaskan.²⁴

Tokoh lain yang dikenal pada era ini adalah John Hampden yang pada tanggal 12 Oktober tahun 1870 menawarkan hadiah sebesar 50-500 Poundsterling kepada filsuf, tokoh agama, maupun profesor di Inggris apabila

²³ Carpenter, *One Hundred Proofs*, 8-9.

²⁴ Carpenter, *One Hundred Proofs*, 16.

mampu membuktikan bahwa bumi bulat baik berdasarkan ayat-ayat Bibel, argumentasi, maupun fakta.²⁵

Pada tahun 1901, muncul tokoh Bumi datar lain yaitu David Wardlaw Scott dengan mempublikasikan sebuah buku yang berjudul *Terra Firma: The Earth Not A Planet*. Pendekatan pemikirannya adalah melalui penjelasan fenomena empiris, logika, dan penguatan menggunakan ayat-ayat Bibel. Scott mengemukakan setiap benda yang lebih berat daripada udara, dan yang tidak ditopang oleh benda lain, memiliki kecenderungan alami untuk jatuh sendiri. Apel Newton yang terkenal di Woolsthorpe kehilangan tangkainya dan karena apel lebih berat daripada udara, secara alamiah jatuh ke tanah. Ini sama sekali terlepas dari daya tarik Bumi karena seandainya benar ada daya tarik seperti itu, kenapa Bumi tidak menarik asap yang naik yang tidak seberat apel? Jawabannya sederhana-karena asapnya lebih ringan daripada udara, dan karena itu, tidak jatuh tapi naik. Gravitasi hanyalah sebuah dalih, yang dipekerjakan oleh Newton dalam upayanya untuk membuktikan bahwa Bumi mengelilingi Matahari.²⁶

Charles Kenneth Johnson (1924 –2001) sejak tahun 1972 hingga akhir hayatnya merupakan *president of the International*

²⁵ Schadewald, *Worlds of Their Own*, 99-100.

²⁶ David Wardlaw Scott, *Terra Firma: The Earth Not A Planet*, (London: Simpxin, Marshall, Hamilton, Kent, & Co., Ltd, 1901), 10.

*Flat Earth Research Society*²⁷ yang bersama istrinya memperjuangkan pemikiran bumi datar di California. Dia mengklaim bahwa pendaratan Apollo ke Bulan dan eksplorasi ruang angkasa merupakan suatu kebohongan untuk menjauhkan orang-orang dari kebenaran isi al-Kitab (Bibel) yang menyatakan bahwa Bumi datar.²⁸

Hingga saat ini, progres sains dari teori Bumi datar dapat dikatakan masih sangat rendah karena hanya menempuh dua tahap dari progres sains yaitu prasains dan sains normal. Sains normal juga tidak berkembang, terbukti dengan kurangnya hasil-hasil riset baru. Temuan-temuan yang dipublikasikan juga sifatnya dugaan yang hanya berdasarkan fakta empiris Gerakan-gerakan komunitasnya, bahkan hingga lebih banyak diarahkan pada pembangunan opini atau usaha “penyadaran” bahwa Bumi ini datar dan kritik atas sains, terutama NASA. Beberapa eksperimen sebenarnya juga sudah dilakukan. Namun, pembuktiannya masih bersifat lokal dan terbatas untuk luasan Bumi yang sangat besar.

B. Progres Sains Teori Bumi Bulat

1. Masa prasains

Masa prasains dari teori Bumi bulat merupakan masa tidak adanya paradigma sains. Perkembangan filsafat Yunani

²⁷ Schadewald, *Worlds of Their Own*, 93.

²⁸ Wikipedia, “Charles K. Johnson”, diakses tanggal 10 Februari 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_K._Johnson.

sebelum Ptolemy merupakan contoh prasains. Pada masa Plato²⁹, bidang astronomi yang dicapai adalah pendapatnya tentang empat unsur yang menyusun alam semesta yaitu tanah, air, api, dan udara. Ini ia analogikan dengan empat bentuk padatan cembung beraturan; api untuk tetrahedron, tanah untuk kubus, udara untuk octahedron, dan air untuk icosahedron. Alam semesta ini adalah bulat (*spherical*). Pada masa Plato, ia meminta muridnya membuat sebuah model yang lebih akurat menggambarkan gerak planet-planet yang polanya dapat dihitung secara matematis. Salah satu muridnya, Edoxus, membuat model dengan menempatkan 27 bola yang berhasil menggambarkan secara kualitatif gerakan retrograde planet-planet.³⁰

Konsep Plato tentang bentuk bumi yang paling tepat adalah bola di mana jarak antara pusat ke seluruh permukaannya adalah sama (*equidistant*). Ini adalah bentuk yang paling sempurna dari seluruh bentuk yang ada karena menurut Plato, kemiripan (kesamaan seluruh jarak dari pusat bola ke bidang) jauh lebih baik daripada ketidakmiripan.³¹

Aristoteles (384-322 BC) merupakan murid paling terkenal dari Plato dan guru pribadi dari Alexander yang Agung

²⁹ Plato (427-347 BC) merupakan murid Socrates dan guru bagi Aristoteles.

³⁰ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 15.

³¹ McGrew, et al., *Philosophy of Science*, 28.

dan merupakan filosof yang paling berpengaruh sepanjang masa. Di dalam bukunya yang berjudul *Metaphysics*, Aristoteles membuat hubungan antara konsepsi substansi dan kosmologinya secara detail. Bola langit dari bintang-bintang dan bola langit dari planet-planet secara terpisah pasti digerakkan oleh sesuatu yang lain, substansi yang tidak bergerak dan kekal. Pergerakan planet-planet begitu rumit, masing-masing planet memperlihatkan berbagai pergerakan dan membutuhkan penyebab yang terpisah (tersendiri) bagi masing-masing jenis pergerakannya itu.³²

Aristoteles mengemukakan bahwa alam semesta ialah berbentuk bola (sferis) yang pergerakannya teratur dan bintang-bintang bergerak mengelilingi bumi yang diam, sedangkan planet-planet memiliki pergerakan lain yang terlihat melambat melawan pergerakan bintang-bintang. Bumi menurutnya merupakan pusat alam semesta, tak bergerak, dalam perbandingannya terhadap ketinggian bintang-bintang, Bumi tidaklah begitu besar dan bentuk Bumi ini bulat.³³ Di antara bukti-bukti yang diajukannya adalah fenomena gerhana bulan yang memperlihatkan bagian bayangan (sisi gelap) bulan yang

³² McGrew et al., *Philosophy of Science*, 31.

³³ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 49.

merupakan bayangan bumi oleh sinar matahari memperkuat bahwa bumi ini bentuknya bulat.³⁴

Menurut Aristoteles, objek yang berevolusi (berkeliling) dengan lintasan lingkaran haruslah objek yang bulat. Begitu pula dengan objek yang berada di antara objek-objek tersebut termasuk pusatnya semestinya bulat. Objek yang dikelilingi oleh objek lain yang bulat, pasti bentuknya juga bulat dan begitu pula seterusnya.³⁵

2. Masa sains normal

Sains Yunani berkembang menjadi kosmologi dan filsafat alam yang semakin luas yang dipelopori secara dominan dan mendasar oleh Aristoteles dan bidang astronominya dikembangkan oleh Ptolemeus hingga mencapai kematangan. Sejarah sains di abad pertengahan (abad ke-5 hingga abad ke-15) mendapat kritik dan reaksi yang ditujukan kepada Aristoteles dan Ptolemy. Namun, pemikiran keduanya sangat dominan di abad pertengahan sampai dimulainya revolusi sains.³⁶

Pada era pertengahan, sains normal dimulai pada pemikiran Ptolemy, termasuk zaman kejayaan Islam (750-1258 M), ketika para filsuf, ilmuwan, dan insinyur muslim menghasilkan banyak kontribusi terhadap perkembangan sains

³⁴ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 56

³⁵ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 50.

³⁶ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 13.

baik dengan menjaga tradisi yang telah ada ataupun dengan menambahkan inovasi mereka sendiri. Pada era ini, rujukan astronomi ialah pemikiran Ptolemy yang diterjemahkan ke dalam bahasa Arab, sampai datangnya masa revolusi sains yang dipelopori oleh Copernicus.

Ptolemy merupakan Astronom Romawi yang memiliki karya yang sangat besar yang diterjemahkan ke dalam bahasa Arab *Almagest*, yang membuat model tata surya yang mana Bumi ini tidak bergerak dekat dengan orbit Matahari, sedangkan Matahari, Bulan, dan planet-planet bergerak mengelilingi Bumi. *Almagest* mampu bertahan menjadi pegangan astronomi selama Era pertengahan hingga kemunculan teori Copernicus. Menurut Ptolemy bumi ini bulat. Beberapa argumennya yang memperkuat bahwa bentuk bumi bulat adalah Matahari, Bulan, dan bintang-bintang tidak terbit dan tenggelam dalam waktu yang bersamaan. Kemudian, pada saat terjadinya gerhana Bulan, terjadinya bersamaan di seluruh dunia namun pada jam yang berbeda. Peristiwa yang direkam oleh pengamat di sebelah timur lebih tertinggal beberapa dalam selang waktu tertentu dibandingkan dengan daerah di sebelah barat dengan perbandingan waktu yang proporsional.³⁷

Bumi dianggap sebagai bola dunia sudah ada sejak zaman Plato. Pada era Ptolemy, Bumi juga masih dipandang sebagai

³⁷ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 70-71.

bola dunia. Setelah Ptolemy, ilmu pengetahuan berkembang di dunia Islam yang memberikan sumbangsing perkembangan sains normal hasil karya ilmuan muslim. Bentuk Bumi yang dianut oleh ilmuan muslim pada saat itu masih meneruskan pemikiran sebelumnya yakni Bumi diyakini bulat.

Sains normal kebumian yang tercatat di dalam sejarah perkembangan astronomi Islam adalah riset yang seorang tokoh ilmuan muslim pada masa Dinasti Al-Makmun yang bernama Al-Farghani (800-870 M). Ia seorang astronom Uzbekistan yang terkenal di Barat dengan nama Alfraganus. Hasil penelitiannya yang paling terkenal adalah penentuan diameter Bumi.³⁸ Al-Farghani menyatakan jarak tiap derajat di eksuator sebesar 111 km dan berhasil memperkirakan diameter Bumi sepanjang 6500 mil yang memberikan hasil lebih akurat daripada Ptolemy.³⁹

Kemudian progres sains normal selanjutnya adalah munculnya penemuan rumus segitiga bola yang mampu menentukan arah suatu tempat pada permukaan bola. Selama berabad-abad, upaya penemuan cara yang tepat untuk menentukan arah kiblat yakni arah ke Mekkah, memainkan

³⁸ Ramdan, *Islam dan Astonomi*, 140.

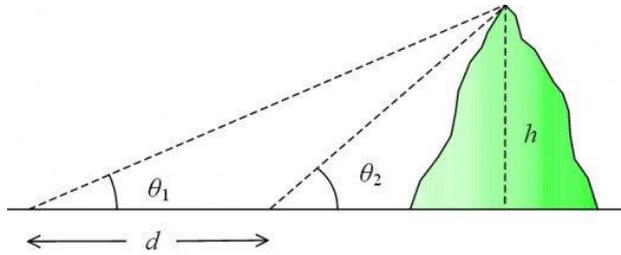
³⁹ Yavuz Unat, "Alfraganus and The Elements of Astronomy", Makalah dipublikasikan oleh Foundation for Science Technology and Civilisation, Ediisi 2007, diakses 29 Juni 2018, www.muslimheritage.com/uploads/Alfraganus2.pdf, 6-7

peran penting dalam menstimulasi munculnya trigonometri bola (*spherical trigonometry*) sebagai subdisiplin matematika yang matang.⁴⁰ Model perhitungan trigonometri sebenarnya sudah dikenal dan berkembang di kalangan ilmuan Yunani kuno. Namun, tokoh yang dikenal pertama kali memperkenalkan persamaan trigonometri bola adalah Muhammad ibn Mūsā al-Khwārizmī.⁴¹ Selanjutnya, tokoh-tokoh awal yang terkenal menerapkannya dalam penentuan arah kiblat adalah al-Nayrīzī, al-Qūhī, abū al-wafā', al-Bīrūnī, dan lain-lain.

Abu Rayhan al-Biruni (973-1048) yang hidup pada masa Khalifah Abbasiyah merupakan salah satu ilmuan muslim yang melakukan eksperimen yaitu mengkalkulasi jari-jari bumi. Dia adalah ahli fisika, matematika, astronomi, sejarah, geologi, filsafat, geografi, dan ilmu alam lainnya. Perhitungannya dideskripsikan sebagai berikut. Langkah pertama adalah dengan mengukur ketinggian gunung (h).

⁴⁰ Randy Schwartz, "Al-qibla and the New Spherical Trigonometry: The Examples of al-Bīrūnī and al-Marrākushī", Paper presented at Tenth Maghrebian Colloquium on the History of Arabic Mathematics (COMHISMA10), Tunis, Tunisia, May 31, 2010, diakses 10 Maret 2018, <https://www.researchgate.net/publication/270903758>.

⁴¹ Wikipedia, "History of Trigonometry", diakses pada tanggal 11 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_trigonometry. Lihat juga Ahmad Izzuddin, "Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya", (Desertasi), Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, (2011), 134.



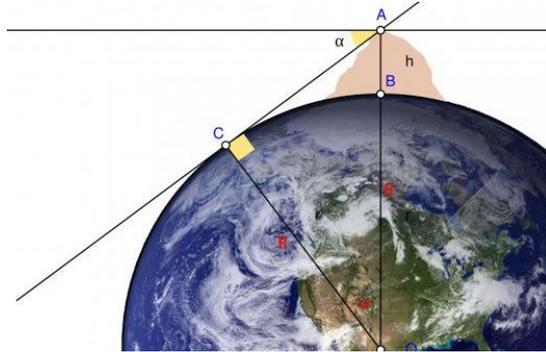
Gambar 14. Eksperimen Al-Birūnī menghitung ketinggian gunung (h)⁴²

$$h = \frac{d \tan \theta_1 \tan \theta_2}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

Langkah kedua dalam metodenya adalah menemukan sudut kemiringan atau sudut depresi cakrawala datar dari puncak gunung menggunakan astrolabe dengan cara yang sama. Hal ini dapat dilihat dari diagram bahwa garis penglihatannya dari puncak gunung ke cakrawala akan membuat sudut 90° dengan jari-jari Bumi.⁴³

⁴² Storms Halted, "Al-Biruni's Classic Experiment: How to Calculate the Radius of the Earth ", diakses 12 Mei 2018, <https://owlcation.com/stem/How-to-Determin-the-Radius-of-the-Earth-Al-Birunis-Classic-Experiment>.

⁴³ Halted, "Al-Biruni's Classic Experiment.



Gambar 15. Eksperimen Al-Bīrūnī menghitung jari-jari Bumi⁴⁴

Adapun persamaan trigonometri yang ia gunakan adalah:

$$\frac{AC}{\sin O} = \frac{R}{\sin A} = \frac{R+h}{\sin C}$$

$$\frac{AC}{\sin \alpha} = \frac{R}{\sin(90 - \alpha)} = \frac{R+h}{\sin 90}$$

$$R = \frac{(R+h)\sin(90 - \alpha)}{\sin 90}$$

$$R = (R+h)\cos \alpha$$

$$R = \frac{h \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

Model perhitungan Al-Bīrūnī ini jelas menunjukkan bahwa dengan menggunakan paradigma tertentu (Bumi berbentuk bola), jari-jari Bumi dapat ditentukan. Apa yang dilakukan Al-Bīrūnī ini merupakan temuan dalam tahap sains normal karena menggunakan paradigma Bumi bola. Dengan demikian, jelas bahwa tanpa adanya paradigma, sains normal dapat dikatakan tidak ada.

⁴⁴ Halted, "Al-Biruni's Classic Experiment.

Pada tahun 1031 M, Al-Bīrūnī menulis Kitab Al-Qanun Al-Mas'udi yang berisi penjelasan matematika tentang percepatan gerak planet, perhitungan jarak antara Bumi dan Matahari, dan hukum gravitasi Bumi. Menurutnya dan juga ilmuwan muslim lainnya di kala itu, Bumi tidak bergerak, baik berotasi maupun berrevolusi. Teori pemikiran Al-Bīrūnī merupakan teori heliosentris.⁴⁵

3. Krisis-Revolusi

Krisis muncul ketika terdapat pertentangan (*counterinstance*) atau ketidaksesuaian sains normal dalam memecahkan masalah. Misalnya, Copernicus memandang sebagai suatu pertentangan terhadap apa yang sebagian besar penerus Ptolemy pandang sebagai teka-teki (*puzzles*) dalam hal kesesuaian antara observasi dan teori.⁴⁶ Salah satu sumber krisis yang dihadapi Copernicus adalah lamanya waktu di mana para astronom telah bergumul tidak berhasil dengan pengurangan kejanggalan sisa-sisa dalam sistem Ptolemy.⁴⁷ Astronomi Ptolemy dihadapkan dengan berbagai kesulitan pragmatis. Kemungkinan yang paling jelas adalah di akhir abad ke-15 yaitu ketidakmampuan untuk secara akurat menentukan tanggal hari paskah (*easter*). Copernicus peduli untuk

⁴⁵ Anton Ramdan, *Islam dan Astonomi*, (Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009), 131.

⁴⁶ Kuhn, *The Structure of Scientific*, 79.

⁴⁷ Kuhn, *The Structure of Scientific*, 82.

memecahkan masalah ini dan masalah-masalah praktis lainnya. Namun, ia mendalami jauh lebih dalam dengan mengajukan sistem astronominya yang baru di mana Matahari menggantikan Bumi sebagai *central body* yang mana planet-planet dan termasuk Bumi melakukan revolusi.⁴⁸

Krisis ini selanjutnya mengarahkan pandangan Copernicus terhadap kerumitan model Ptolemy. Dalam pandangan Copernicus, Ptolemy telah keliru dalam menjelaskan prinsip dasar pergerakan benda-benda langit dengan memastikan bahwa keseragaman gerakannya tidak mengacu pada sebuah pusat melainkan *equant* yaitu sebuah titik yang bukan merupakan pusat lingkaran dan karenanya tidak ditentukan secara khusus oleh lingkaran itu sendiri. Selain itu, kelemahan lain dari sistem Ptolemy adalah sembarangnya penjelasan tentang jarak orbit-orbit planet. Misalnya, apakah *deferent* yakni lingkaran utama misalnya untuk orbit Merkurius lebih dekat ke bumi daripada lingkaran utama Venus atau sebaliknya. Copernicus juga memandang bahwa konstruksi model untuk kecepatan orbit bulat misalnya, Ptolemy menggunakan begitu besar epicycle di mana ukuran bulan yang terlihat di bumi akan berbeda jauh sekali daripada ukuran

⁴⁸ John Henry, *The Scientific Revolution And The Origins of Modern Science*, (London: Palgrave Macmillan, 2008), 20.

sebenarnya.⁴⁹ Ptolemy memberikan susunannya, namun tidak menggambarkan seberapa jauhnya. Susunan dan jarak planet-planet benar-benar serampangan dalam sistem Ptolemy.⁵⁰

Moses Maimonides (1135-1204 M) bisa dikatakan pemikir yang paling besar dari kalangan Yahudi di era pertengahan. Ia mengkritik pandangan Ptolemy tentang eksistensi epicycle. Namun demikian, konsep Ptolemy ini mampu memprediksi secara akurat fenomena benda langit secara empiris walaupun dirasakan tidak masuk akal. Hal senada juga disampaikan oleh Abu bakr Ibn al-Sa'igh bahwa keberadaan epicycle adalah sesuatu yang mustahil.⁵¹

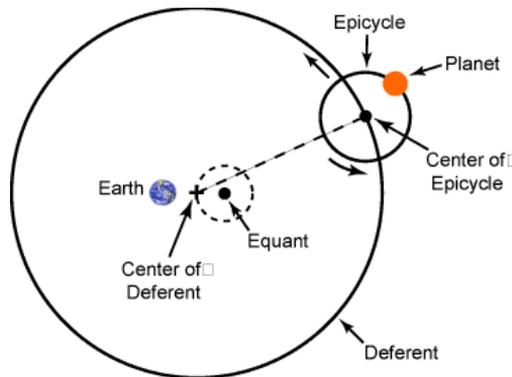
Proclus (412-485 M) merupakan salah satu di antara para filsuf Neoplatonis Yunani terakhir yang menulis ulasan (penafsiran) tentang beberapa pemikiran Plato dan ulasan tentang buku yang berjudul *Euclid's Elements*. Dalam bukunya *Hypotyposis Astonomicarum Positionum*, Proclus menyatakan keraguannya tentang realitas fisis dari *epicycle* yang diajukan oleh Ptolemy yang digunakan untuk menjelaskan pergerakan planet-planet. Keraguan Proclus ini dihidupkan kembali oleh Copernicus seribu tahun kemudian yang menyebut bahwa sistem Ptolemy terdapat cacat. Dan tuduhan yang sudah diambil oleh para astronom ialah sebab-sebab pergerakan alami

⁴⁹ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 96.

⁵⁰ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 95-96.

⁵¹ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 82.

dari sesuatu yang tidak ada di alam ini hidup kembali dalam karya Kepler.⁵²



Gambar 16. Konsep Tata Surya Ptolemy⁵³

Nicolas Copernicus mengubah pandangan yang berasal dari Ptolemy dan pengikut pandangan Aristoteles tentang kosmos yaitu bumi ini lah yang bergerak dan Matahari tetap (diam). Namun, pandangan baru Copernicus ini menghadapi kesulitan observasi dan menyebabkan ketegangan dengan fisika Aristoteles, ketegangan yang tak dapat ia pecahkan.

Dari publikasi Copernicus pada tahun 1543, diperlukan satu setengah abad untuk mengatasi pandangan ini oleh tiga pandangan besar yang kemudian menjadi sebuah ilmu fisika baru. Pertama adalah Galileo Galilei, astronom Italia penemu teleskop modern yang menumbangkan (*overturn*) keberatan

⁵² McGrew et al., *Philosophy of Science*, 74.

⁵³ Carl Woebcke, "Plato and Aristotle: History of Astrology", diakses tanggal 4 Februari 2017, <http://www.myastronomybook.com/Plato-Aristotle-history-of-astrology.htm>.

observasional kepada pandangan pengikut Copernicus dan bahkan mengubah observasi menjadi sanggahan (penjelasan) untuk itu. Kedua adalah Johannes Kepler seorang astronom Jerman yang hidup sezaman dengan Galileo. Kepler memberi banyak rincian dan menemukan banyak sekali pola, beberapa diantaranya palsu, tersembunyi di balik banyaknya data. Ketiga adalah Isaac Newton. Dari ide Galileo, Newton mengambil konsep inersia terrestrial, namun dalam bentuk yang sudah terkoreksi oleh Descartes. Dari Kepler, ia mengambil hukum ketiga Kepler. Newton menyusun konsep mengapa benda jatuh ke bumi, orbit bulan, dan peristiwa pasang surut dengan penjelasan matematis. Dalam kaitannya dengan hukum Kepler II, Newton membuktikan bahwa massa benda berbentuk bola akan mengerahkan gaya gravitasi pada benda lain seakan-akan seluruh massanya terkonsentrasi di pusat bola dan membuktikan bahwa hukum kuadrat terbalik gaya gravitasi akan menghasilkan orbit berupa ellips.⁵⁴

Revolusi Sains yang disepakati ialah dimulai pada tahun 1543 dan mencapai klimaksnya pada tahun 1678. Garis batasnya ditandai dengan publikasi dua buku yaitu oleh Copernicus dengan bukunya *On the Revolution of the Heavenly Spheres* dan oleh Isaac Newton dengan bukunya *Principia Mathematica*. Astronom besar dari Polandia Nicolas

⁵⁴ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 8.

Copernicus merupakan tokoh yang terlibat dalam revolusi sains yaitu model baru tata surya.⁵⁵

Pada saat tumbangnya teori geosentris Ptolemy yang digantikan oleh teori heliosentris Copernicus, Bumi ini masih dipandang berbentuk bola sampai munculnya teori baru dari Newton bahwa akibat rotasi Bumi, bentuknya seharusnya ellipsoid. Sebelum Newton, *paradigma shift* (pergeseran paradigma) sudah terjadi yaitu saat tumbangnya teori geosentris. Namun, pergeseran paradigma tersebut tidak serta merta diikuti oleh pergantian teori bentuk Bumi sampai diterimanya hipotesis Newton.

Adapun revolusi sains mengenai bentuk geometris Bumi benar-benar nyata ketika muncul pandangan tentang kecepatan Bumi atau model ellipsoid. Konsep pempatnya Bumi ini dikemukakan oleh ahli fisika Huygens (1629-1695), Isaac Newton (1643-1727), dan J.D. Cassini (1625-17120). Huygens dan Isaac Newton berpendapat bahwa Bumi bukanlah bulat sempurna melainkan seperti buah jeruk manis (*oblate spheroid*) yang mengalami pengembangan di ekuator akibat rotasi Bumi. Bukti empiris dari teori ini adalah pengukuran gaya gravitasi di ekuator lebih kecil daripada lintang tinggi dan nilainya semakin bertambah mendekati kutub.⁵⁶ Sedangkan

⁵⁵ McGrew et al., *Philosophy of Science*, 95.

⁵⁶ Terrall, "Representing the Earth's Shape," 218.

Menurut Cassini, Bumi mengalami penggembungan di kutub (*prolate spheroid*).⁵⁷ Dari hasil-hasil eksperimen dibuktikan bahwa teori yang diajukan Newton dan Huygen lebih kuat daripada teori Cassini.

4. Sains normal baru

Ekspedisi pertama dalam rangka membuktikan bentuk Bumi adalah pengukuran yang dilakukan oleh Jean Richer pada pertengahan abad ke-17 tepatnya pada tahun 1671. Richer mengukur panjang pendulum di Cayenne, Amerika Selatan dan membandingkannya dengan panjang yang dihitung di Paris, Prancis. Ia menemukan bahwa jam pendulum bergetar $2\frac{1}{2}$ menit per hari lebih lambat di Cayenne daripada di Paris.⁵⁸ Di Cayenne, pendulum memerlukan 2,8 mm lebih pendek daripada di Paris untuk bergetar dalam waktu yang sama. Dari sini ia menyimpulkan bahwa gaya gravitasi lebih rendah di Cayenne. Hasil eksperimen ini mendukung teori yang diajukan Newton dan Huygen.⁵⁹

⁵⁷ Jim R. Smith. "The Meridian Arc Measurement in Peru 1735-1745". International Institution for History of Surveying & Measurement, FIG XXII International Congress, Washington, April 2002, diakses 8 Januari (2018): 2, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/Hs4/Hs4_smith.pdf.

⁵⁸ Wikipedia, "Pendulum", diakses tanggal 23 Februari 2018, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum>.

⁵⁹ Smith. "The Meridian Arc Measurement," 2.

Hasil eksperimen Richer ternyata tidak memuaskan Cassini karena betolak belakang dengan pandangannya. Cassini bersama keluarganya melakukan pengukuran di titik-titik sepanjang meridian dan garis paralel di Prancis pada tahun 1734 yang kemudian memberikan hasil sesuai dengan hipotesisnya.

Perbedaan pandangan antara teori Newton-Huygens dan Cassini ini mendorong *The French Academy of Science* mengirim dua ekspedisi selanjutnya yaitu ekspedisi yang melakukan eksperimen di dekat kutub utara (di Lapland) pada tahun 1736-1737 dan dekat dengan ekuator (di Peru) pada tahun 1735-1743. Pendulum yang panjangnya 28 inci dilakukan pengukuran dan ditemukan bergetar 31 kali lebih banyak dalam sehari di Para daripada di Quito.⁶⁰ Hasilnya mendukung teori yang diajukan Newton.

Salah satu sains normal kebumihan dengan paradigma Bumi sebagai ellipsoid adalah penemuan formula Vincenty. Formula Vincenty merupakan metode yang digunakan dalam geodesi untuk menghitung jarak dan azimuth antara dua titik di permukaan ellipsoid (*oblate sferoid*) yang dirumuskan oleh Thaddeus Vincenty (1975).⁶¹ Walaupun formula Vincenty dan bagaimana penentuan azimuth pada permukaan bidang ellipsoid

⁶⁰ Smith. "The Meridian Arc Measurement," 9.

⁶¹ Wikipedia, "Vincenty's Formulae". Diakses tanggal 7 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty%27s_formulae 1/.

bukanlah hasil karya Newton, menurut pandangan Kuhn, dikatakan bahwa formula tersebut menggunakan paradigma yang sama dengan Newton atau sebuah revolusi kecil yang masih dalam tahap sains normal dalam struktur revolusi saintifik. Selanjutnya, metode Vincenty yang pada awalnya merupakan rumus aplikasi dalam ilmu geodesi dikembangkan dalam penentuan arah kiblat oleh Dr. Ing. Khafid, seorang ahli geodesi dan astronomi dari Bakosurtanal.⁶² Penemuan ini menurut Kuhn juga masih dalam tahap sains normal. Artinya, penggunaan formula Vincenty dalam penentuan arah kiblat merupakan pengembangan paradigma Bumi ellipsoid, walaupun dikatakan bahwa ini merupakan sebuah temuan baru.

5. Penemuan Kebenaran

Sains normal dalam paradigma Bumi bulat terus berkembang dan mencapai kematangan yang sempurna jika ditinjau dalam perspektif positivisme. Di dalam positivisme, sejumlah besar verifikasi, baik eksperimen maupun observasi menjadi dasar untuk menentukan keabsahan generalisasi serangkaian hasil observasi yang terbatas menjadi hukum yang bersifat umum. Selain itu, keberadaan keberhasilan verifikasi melalui eksperimen dan observasi begitu penting kaum

⁶² Marwadi, "Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen", *Jurnal al-Manahij*, Vol 8 No 2 (2014): 331, diakses 7 Maret 2018. DOI: <https://doi.org/10.24090/mnh.v8i2.2014>.

positivism logis untuk menentukan kebermaknaan proposisi dan membangun pengetahuan.⁶³ Dengan pijakan pandangan tersebut, wajar jika keinginan untuk membuktikan bulatnya Bumi sampai pada verifikasi yang kebenarannya dipandang final dan tak mampu dibantah.

Usaha untuk mencari kebenaran tentang bentuk bumi yang sesungguhnya terus berlanjut. Pada tanggal 7 Maret 1947 tidak lama setelah perang dunia II, sekelompok tentara dan ilmuwan di gurun New Mexico menemukan sesuatu yang baru dan menakjubkan melalui tangkapan foto bumi pertama dengan citra hitam putih buram. Ini merupakan foto bumi pertama yang diambil dari ketinggian di atas 100 mil.⁶⁴

Tepat pada tahun 1946, ilmuwan seperti John T. Mengel, pelopor NASA yang kemudian menyusun Program Vanguard, mulai bereksperimen dengan roket Jerman V-2. Mengel melakukan eksperimen di atas atmosfer dengan meluncurkan roket ke orbit dekat bumi. Dia merancang dan membuat penelitian ujung roket (*nose shell*) pertama untuk menggantikan hulu ledak V-2 dan mulai menempatkan kamera di ujung roket. Sebelum proyek roket V-2, gambar tertinggi yang pernah ada berasal dari hasil tangkapan balon Explorer II,

⁶³ Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper," 446.

⁶⁴ NASA, *First Pictures of Earth From 100 Miles in Space, 1947*, https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1298.html, diakses tanggal 13 November 2017

yang naik 13,7 mil pada tahun 1935, cukup tinggi untuk membedakan kelengkungan Bumi. Berbeda dengan eksperimen sebelumnya, ketinggian kamera V-2 ini mencapai lima kali lebih tinggi daripada ketinggian balon Explorer II dan dengan jelas menunjukkan bahwa planet ini berada di kegelapan ruang angkasa.



Gambar 17. Foto lengkungan Bumi pertama tahun 1947⁶⁵

Pada tanggal 9 November 1967, penerbangan uji coba Apollo 4 tanpa awak memperlihatkan rupa ellips Bumi sebagai pengujian motor translunar. Sebuah Kamera 70mm diprogram untuk melihat ke luar jendela ke arah Bumi, dan mengambil serangkaian foto. Terlihat ke arah barat adalah pesisir Brasil, Samudera Atlantik, Afrika Barat dan Antartika. Foto ini

⁶⁵ NASA, *First Pictures of Earth From 100 Miles in Space, 1947*, https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1298.html, diakses tanggal 13 November 2017

diambil ketika pesawat ruang angkasa ini mengorbit Bumi pada ketinggian 9.544 mil (15.359,581 km).⁶⁶



Gambar 18. Foto Bumi dari Apollo 4 tahun 1967

Kemudian pada tanggal 18 Mei 1969 dilakukan penerbangan ruang angkasa yang dinamakan Apollo 10. Penerbangan ini merupakan penerbangan translunar yang dilengkapi dengan kru pesawat. Misi ini berhasil mengabadikan pemandangan Bumi dari ketinggian 36.000 mil laut (66.672 km).⁶⁷

Foto Bumi lainnya juga diambil dari penerbangan ruang angkasa Apollo 17 yang dilengkapi dengan beberapa kru astronot pada tanggal 7 Desember 1972. Berdasarkan

⁶⁶ NASA, *Earth as Viewed from 10.000 Miles*, <https://www.nasa.gov/image-feature/earth-as-viewed-from-10000-miles>, diakses tanggal 13 November 2017.

⁶⁷ NASA, *May 18, 1969-Apollo 10 View of The Earth*, <https://www.nasa.gov/image-feature/may-18-1969-apollo-10-view-of-the-earth>, diakses tanggal 13 November 2017.

penelusuran, tidak didapatkan data ketinggian pesawat saat pengambilan foto Bumi.⁶⁸



Gambar 19. Foto Bumi dari Apollo 10 tahun 1969

Foto bumi baru-baru ini dilansir dari satelit terbaru NOAA, GOES-16. Hasil pemotretan yang dilakukan pada tanggal 15 Januari 2017 tersebut memperlihatkan wilayah Amerika Utara dan Selatan dan samudera sekitarnya. GOES-16 mengamati Bumi dari pemandangan ekuator yang tingginya kira-kira 22.300 mil.⁶⁹

⁶⁸ NASA, *Earth in Full View From Apollo 17*, https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_329.html, diakses tanggal 13 November 2017.

⁶⁹ NASA, *New Weather Satellite Sends First Images of Earth*, <https://www.nasa.gov/image-feature/new-weather-satellite-sends-first-images-of-earth>, diakses tanggal 13 November 2017.



Gambar 20. Foto Bumi dari Satelit Cuaca NOAA tahun 2017.

C. Kajian Kritis Progres Sains Teori Bumi Datar dan Bulat

1. Kritik progres sains teori Bumi datar

Berdasarkan aliran filsafatnya, teori Bumi datar merupakan kombinasi dari aliran empirisme dan rasionalisme. Dikatakan empirisme karena teori ini hanya memercayai pengalaman-pengalaman inderawi misalnya Matahari yang bergerak mengelilingi Bumi, bukan sebaliknya. Begitu pula dengan pengalaman sehari-hari bahwa air memiliki sifat datar sehingga disimpulkan bahwa seluruh permukaan air di permukaan Bumi berupa lautan yang luas yang terhubung akan memberikan sifat datar. Jika Bumi ini bulat maka yang terjadi tentu tidak demikian. Hal ini diperkuat dengan pengamatan empiris bahwa tidak ada kelengkungan permukaan air laut atau horizon. Selain itu, pengalaman manusia tidak pernah merasakan adanya rotasi Bumi. Teori ini juga menganut rasionalisme, misalnya bagaimana menjelaskan fenomena

siang, malam, terbit, dan terbenam melalui logika perspektif. Dari keduanya, aliran empirisme sangat dominan memengaruhi bangunan teori Bumi datar.

Upaya pencarian fakta ini diduga sangat kuat karena dipengaruhi oleh ajaran al-kitab (Injil). Pandangan para “*founding fathers*” Bumi datar umumnya selalu menggunakan ayat-ayat Bibel untuk menolak sains modern dengan menyakan bahwa sains khususnya astronomi modern umumnya bertentangan dengan doktrin Bibel. Misalnya, tentang bumi berotasi. Di dalam Bibel, dinyatakan bahwa Bumi berkedudukan tetap di atas fondasi dan dibangun (ditopang) sehingga tidak melakukan gerakan apa pun baik gerakan aksial maupun orbital.⁷⁰

Sejauh perkembangan teori ini, progress tertinggi yang dicapai teori ini tidaklah begitu jauh. Proses progresnya didominasi oleh prasains dan berkembang hanya sampai pada tahap sains normal, tanpa ada krisis maupun revolusi paradigma. Padahal menurut Kuhn, progress sains akan menempuh jalur berikut: Prasains – sains normal– krisis – revolusi – sains normal baru – krisis baru.

Tidak adanya krisis menandakan bahwa usaha yang tidak begitu besar oleh para penerus teori ini yang lebih banyak

⁷⁰ Albert Smith, *The Sun Standing Still*, (Leicester: H. Banbury & Co. Printers, 1894), 2-3.

mengadopsi pemikiran pendahulunya (Rowbotham) yang masih bersifat umum dan tidak terukur. Peta Bumi datar yang dibuat saat ini masih bersifat kualitatif yaitu sebatas memetakan permukaan Bumi tanpa koordinat yang lengkap. Pemetaan ini masih bertujuan deskripsi untuk menjelaskan teori. Jika demikian, peta tersebut belum dapat dimanfaatkan untuk menentukan letak suatu tempat terhadap tempat lain secara akurat dengan tata koordinat Bumi datar. Untuk kepentingan praktis seperti penentuan arah kiblat, peta ini tentunya tidak dapat digunakan. Ini wajar karena teori ini tergolong baru yang muncul di abad modern (pascanewton).

Selain itu, penganut yang sedikit tentu sangat berpengaruh sehingga progresnya menjadi lambat. Namun, faktor yang sangat besar pengaruhnya adalah ketiadaan ruang yang lebih luas untuk mengembangkan pemikiran. Pemikiran Bumi datar di awal kemunculannya hanya menyebar di kalangan gereja dan komunitas kecil. Sulit berprogres menuju keadaan yang lebih mapan juga dapat disebabkan oleh kuatnya pengaruh ajaran lama seperti pandangan orang-orang Babilonia dan Mesir kuno serta ajaran agama (Bibel) dalam rangka mencari kebenaran hakiki tentang keadaan alam semesta. Padahal pandangan orang-orang terdahulu sangat didominasi oleh dugaan-dugaan yang terbatas dan mistis. Sedangkan ajaran

agama yang menjelaskan kejadian-kejadian kosmos sangat multitafsir yang tidak dapat ditarik kesimpulannya secara pasti.

Menurut Popper, dugaan yang baik adalah sesuatu yang tegas, sesuatu yang memiliki banyak resiko dengan membuat prediksi baru. Dari sekian banyak pandangan Rowbotham dan penerus-penerusnya, *conjecture* (dugaan) yang paling fenomenal dan penuh resiko adalah pernyataan tentang perbedaan yang menyolok antara kutub utara dan kutub selatan mengenai terjadinya siang terus-menerus (*continuous twilight*). Menurut teori bumi datar ini, siang terus-menerus hanya terjadi di wilayah yang berdekatan dengan kutub utara sebagai pusat Bumi. Ini adalah pernyataan yang tegas dan sebenarnya “mudah” dibuktikan. Hanya saja sampai saat ini belum ada bukti-bukti kuat bahwa tidak ada siang terus-menerus di wilayah yang berdekatan dengan kutub selatan. Ini sangat berbeda dengan teori Bumi bulat bahwa dengan kebulatan Bumi, antara kutub utara dan selatan akan sama-sama mengalami siang terus-menerus.

Ada perbedaan mendasar di balik kontroversi teori Bumi bulat dan datar. Penjelasan Rowbotham dan ilmuwan Bumi datar lainnya berpijak pada fakta empiris atau fenomena yang teramati dan mudah diterima manusia. Misalnya, jika bumi ini bulat, dan berotasi maka benda-benda di atasnya akan berhamburan, tidak akan ada air laut karena tumpah. Memang

sulit menerima fakta bahwa Bumi ini berotasi, yang membawa konsekuensi bahwa udara di atasnya juga ikut berotasi. Sedangkan teori Bumi bulat menyusun teori secara rasional dan melepaskan diri dari fakta empiris untuk menjelaskan fenomena yang tampak. Angka-angka astronomis seperti jarak Matahari ke Bumi, jarak Bulan ke Bumi, semuanya adalah asumsi teori. Hal tersebut tidak dapat diterima oleh penganut Bumi datar.

2. Kritik progres sains teori Bumi bulat

Bertahannya pemikiran bahwa Bumi ini bulat tidak dapat dilepaskan dari pengaruh perkembangan filsafat Yunani sejak Zaman Plato, yang dilanjutkan oleh Aristoteles dan para ilmuwan selanjutnya termasuk Ptolemy. Generasi selanjutnya tetap melanjutkan ide Bumi ini bulat seperti Copernicus, Kepler, dan Newton walaupun dengan perubahan konsep geosentris ke heliosentris. Bagaimana pun, ide awal Bumi bulat ini lahir sejak masa Plato dan mengalami beberapa perubahan konsep hingga saat ini. Penerus filsafat Yunani kebumian ini dilanjutkan oleh Ptolemy. Pemikiran Ptolemy selanjutnya memengaruhi pemikiran para ilmuwan muslim dengan diterjemahkannya buku yang dikenal dengan nama *Almagest*.

Penentuan Bumi bulat pada awalnya tidak lepas dari empirisme, rasionalisme, dan induktifisme. Empirisme memengaruhi keyakinan orang-orang perihal fenomena yang dapat disaksikan dari pengalaman seperti tiang kapal yang

tampak lebih dulu dari badan kapal ketika kapal di tengah laut dilihat dari kejauhan. Bukti empiris juga meyakinkan orang-orang mengenai kebulatan Bumi pada saat menyaksikan bagian gelap Bulan yang menyerupai lingkaran yang dipandang sebagai bayang-bayang Bumi. Rasionalisme juga mengambil bagian dalam keyakinan tentang kebulatan Bumi misalnya perihal rotasi dan revolusi Bumi. Sedangkan induktifisme juga memengaruhi keyakinan kebulatan Bumi pada saat pengukuran ayunan bandul di beberapa titik bagian utara dan membandingkannya dengan hasil pengamatan di ekuator.

Pembuktian kebulatan Bumi dengan metode-metode di atas sebenarnya masih mengandung sejumlah problem, misalnya metode induktif yang dalam usaha pembuktian kebulatan (keellipsoidan). Metode induktif ini disebut juga metode generalisasi. Hume menyatakan bahwa data representatif, seberapa pun persentasenya tidak dapat secara logis digunakan untuk menyimpulkan seluruh keadaan populasi.⁷¹ Pengamatan ayunan bandul sebagai upaya membuktikan keellipsoidan Bumi hanya membandingkan sejumlah hasil pengamatan di bagian ekuator dan utara di sebagian kecil garis parallel dan meridian. Sedangkan di

⁷¹ Mohammad Adib, *Filsafat Ilmu: Ontologi, Epistemologi, Aksiologi, dan Logika Ilmu Pengetahuan, Cetakan ke-2*, (Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2011), 4.

belahan Bumi selatan, hingga saat ini belum diperoleh hasil pengamatan yang serupa.

Walaupun penyusunan ilmu pengetahuan dengan metode-metode di atas mengandung sejumlah problem, ilmu pengetahuan tetap dapat berkembang dan memberikan manfaat yang besar. Perkembangan teori Bumi bulat termasuk pandangan tentang keellipsoidan Bumi sudah digunakan untuk berbagai kepentingan dan memberikan pemecahan berbagai masalah dalam kehidupan manusia, bahkan dalam permasalahan ibadah. Sebagai contoh adalah penentuan arah kiblat menggunakan trigonometri bola dengan asumsi Bumi sebagai bola sempurna dan dapat menggunakan formula Vincenty dengan asumsi bentuk Bumi adalah ellipsoid. Penunjukan koordinat oleh GPS juga merupakan manfaat yang sangat penting bagi kemudahan orang banyak yang menggunakan asumsi Bumi bulat.

Dalam kaca mata positivistik, kemajuan ilmiah (*progress of science*) dipandang sebagai penambahan kebenaran baru pada perihal kebenaran lama, atau perkiraan teori yang meningkat terhadap kebenaran, atau setidaknya koreksi kesalahan masa lalu.⁷² Dalam dunia astronomi, kemajuan ilmiah yang mampu dicapai sudah begitu pesat. Prediksi-prediksi kejadian astronomis ditambah dengan penjelasan

⁷² Orman, "Paradigm as a Central," 48.

terperinci mengenai kapan, di mana, dan berapa lama terjadinya (misalnya fenomena gerhana, awal bulan, melintasnya komet, dan lain-lain), sudah mampu dijabarkan secara akurat. Teknologi satelit juga menjadi salah satu bukti kemajuan ilmiah di bidang astronomi yang sangat besar manfaatnya bagi kehidupan manusia. Tata surya juga sudah dapat dijelajahi dan dijelaskan secara detail dan telah diterima sebagai fakta oleh komunitas sains.

Kemampuan sebuah teori menurut Popper adalah kemampuannya bertahan dari penyangkalan. Sedangkan menurut Kuhn, kemampuan teori ditunjukkan oleh penggunaan paradigma yang sama di dalam melakukan sains normal. Mapannya teori Bumi bulat ini dibuktikan dengan kemampuan para saintis normalnya memecahkan permasalahan yang dihadapi dan ada pula yang melibatkan perhitungan matematika di dalam progress sains. Misalnya, ketentuannya nilai gravitasi, kuantifikasi jari-jari Bumi, penyusunan tabel-tabel astronomi, formula-formula matematis, dan prediksi-prediksi astronomi. Dalam sudut pandang positivistik, teori Bumi bulat sudah terverifikasi secara final dari penemuan hasil observasi langsung dengan keberhasilan manusia mengambil potret Bumi dari angkasa.

Dengan berbagai kemajuan sains di bidang astronomi, didukung oleh teknologi informasi dan komunikasi serta

teknologi penerbangan ruang angkasa, dalam pandangan positivistik hal tersebut dianggap sebagai kemajuan ilmiah yang mampu mendukung kebenaran teori. Bukti-bukti kebulatan Bumi dengan segala hal yang berkaitan dengannya tidak perlu disangsikan karena bukti-bukti tersebut justru menjadi kekuatan sebuah teori hingga diakui menjadi fakta yang tidak dapat dibantah.

Kemampuan manusia untuk menjelajahi ruang angkasa menjadi bukti tingginya kemampuan akal manusia di bidang sains dan teknologi. Di sini ada hal yang menarik yaitu keinginan (yang membawa keberhasilan) membuktikan dugaan (*conjecture*) menjadi suatu kebenaran (*truth*). Dalam pandangan sains positivistik, hal ini justru menjadi pencapaian terbaik karena semakin banyak fakta yang dapat diobservasi, semakin baik dan mapan sains tersebut. Adanya foto Bumi yang dilansir NASA menjadi salah satu progres sains terbaik bagi astronomi, seolah-oleh tidak mungkin dibantah.

Namun, permasalahan yang muncul adalah apakah sederet dugaan (*conjecture*) dapat terbukti menjadi kebenaran (*truth*) tanpa ada kesalahan sedikit pun? Bagi Popper, pembuktian kebenaran teori bukan sesuatu yang salah. Hanya saja, jika sederet dugaan kemudian terbukti benar seluruhnya tanpa ada penyimpangan dari dugaan awal maka menurutnya hal ini terlalu mengada-ada.

Bulatnya Bumi dan segala sesuatu yang menjadi sifat Bumi seperti gravitasi dan berbagai macam pergerakannya diawali dengan hipotesis. Hipotesis ini diajukan untuk memberikan gambaran dalam rangka menjelaskan secara saintifik, bukan faktual. Para saintis terdahulu juga sangat menyadari kebenaran sains bukanlah penjelasan tentang fakta dan bukan disusun mengacu pada fakta, melainkan hipotesis yang diperkuat dengan argumentasi dan bukti pengamatan serta perhitungan yang mendukung, seperti yang dinyatakan Copernicus:

"Tidaklah penting bahwa hipotesis itu benar atau bahkan mungkin, cukuplah hipotesis tersebut membawa kita kepada hasil perhitungan yang sesuai dengan perhitungan ... Jangan biarkan siapa pun, sejauh menyangkut hipotesis, mengharapkan sesuatu yang pasti dari astronomi, karena sains itu tidak mampu melakukan hal semacam itu, kalau-kalau dia harus mengadopsi hal-hal kebenaran untuk tujuan lain, dia harus meninggalkan sains lebih bodoh daripada saat dia datang ... Hipotesis gerak terestrial tidak lain hanyalah sebuah hipotesis, hanya berharga sejauh menjelaskan fenomena yang tidak dipertimbangkan dengan mengacu pada kebenaran absolut atau kepalsuan."⁷³

Kebenaran teori Bumi bulat diperkuat dengan adanya bukti visual sebagai hasil eksplorasi ruang angkasa. Bukti ini sejak dilansir oleh beberapa pihak (terutama NASA), menjadi

⁷³ Scott, *Terra Firma*, 11-12.

sesuatu yang final dan menutup peluang munculnya teori baru terutama teori Bumi datar. Hipotesis-hipotesis awal yang akhirnya dibuktikan kebenarannya cukup banyak diantaranya kebulatan Bumi yang ellipsoid sempurna, Rotasi Bumi, tidak adanya udara di luar angkasa, jarak Bulan ke Bumi, perbandingan grafitasi Bumi dan Bulan, dan prediksi-prediksi lain-lain yang pada akhirnya menjadi fakta yang sudah lolos uji verifikasi. Namun, para pemikir yang kritis tentu skeptis terutama ketika verifikasi dan konfirmasi sebuah teori (yang awalnya hanya dugaan) menunjukkan kesesuaiannya tanpa ada sedikit pun penyimpangan.

Menurut Popper, tidaklah mungkin mengkonfirmasi atau membangun sebuah teori dengan menunjukkan kebenarannya melalui hasil observasi. Konfirmasi adalah mitos atau cerita yang dibuat-buat. Satu-satunya hal dapat dilakukannya pengujian observasional ialah untuk membuktikan bahwa sebuah teori ialah salah. Jadi, kebenaran teori sains tidak dapat pernah didukung oleh bukti-bukti observasional, tidak pernah sedikit pun, dan tidak mungkin jika sebuah teori membuat begitu banyak prediksi yang semuanya sesuai dengan yang diharapkan.⁷⁴

Menurut pendapat *flatter*, foto Bumi yang beredar sekarang mengandung banyak persoalan dan kejanggalan. Foto-

⁷⁴ Smith, *An Introduction To*, 59.

foto tersebut merupakan rekayasa komputer CGI (*Computer-generated imagery*) alias kebohongan yang sengaja dilakukan NASA. Persoalan lain tentang foto Bumi adalah ketidakkonsistenan warna (citra) foto dan bentuk benua. Warna lautan bervariasi dan negara bervariasi ukurannya. Pada tahun 2012, daratan Amerika Serikat sangat besar sedangkan pada tahun 1997 dan 2002, Amerika Serikat jauh lebih kecil daripada yang seharusnya.⁷⁵



Gambar 21. Bantahan keaslian foto Bumi oleh komunitas Bumi datar⁷⁶

Dengan menggunakan pandangan Popper dan Kuhn, adanya foto-foto Bumi yang diambil dari ruang angkasa dalam tidaklah memperkuat bahwa Bumi ini bulat atau bahkan memperlemah teori tersebut ketika bukti-bukti verifikasi mengalami kejanggalan (cacat), seperti kejanggalan foto-foto Bumi yang tidak kompatibel pada tahun 2007 dan 2012 jika

⁷⁵ Eowyn, “Photo Shopped CGI Earth”, diakses 27 November 2017, <https://aplanetruth.info/2017/06/28/photo-shopped-cgi-earth/>.

⁷⁶ Eowyn, “Photo Shopped CGI Earth”

dikomparasikan. Sejumlah pakar IT yang mengklaim foto tersebut palsu juga tidak berpengaruh terhadap batalnya teori Bumi bulat atau menjadikan kebenaran Bumi bulat gugur. Popper menganggap kebenaran sains hanya pada sampai dugaan (*conjecture*), senada pula dengan pandangan Kuhn bahwa kebenaran sains sifatnya relatif. Sejauh belum ada penolakan (*refutation*) yang memfalsifikasi teori Bumi bulat, maka teori ini dikatakan benar untuk saat ini. Jika pandangan Popper ini diterapkan dalam cara pandang seorang saintis maka foto-foto Bumi yang beredar saat ini tidak akan memperkuat tentang keyakinannya bahwa Bumi ini benar bulat. Hal-hal yang memperkuat keyakinannya tentang bulatnya Bumi adalah pembuktian-pembuktian teoretis dan kekuatan teori tersebut karena hingga saat ini tidak ada yang memfalsifikasinya.

Bedasarkan pandangan Kuhn mengenai cara sains berprogres, tahapan perkembangan teori bentuk Bumi bulat menunjukkan “keberlebihan” atau telah keluar dari “permainan ilmiah” karena foto Bumi yang dilansir NASA telah menutup kemungkinan penemuan lain. Artinya, tidak akan ada revolusi sains dalam kajian bentuk Bumi. Sedangkan jika dilihat dari kacamata Popper, foto-foto Bumi justru dipertanyakan dan “Bumi bulat” merupakan pernyataan yang tidak ilmiah karena tidak mampu difalsifikasi dengan sejumlah pengujian. Namun demikian, bagi pengikut teori Bumi datar, yang menganggap

foto Bumi sebagai *hoax*, kemungkinan masih terbuka untuk membangun sebuah teori sebagai teori tandingan bagi teori yang dianggap lemah dan tidak masuk akal serta bukti-bukti yang hanya dapat ditunjukkan dari komunitas sepihak (NASA).

D. Kajian Kelanjutan Teori Bumi Datar dan Bulat di Masa Mendatang

Menurut Popper, teori-teori tidak dapat diverifikasi, tetapi dapat dikorroborasi atau bagaimana sebuah teori bertahan menghadapi ujian-ujian. Hal yang penting dalam persoalan kekuatan sebuah teori adalah mencoba menaksir ujian-ujian apa, percobaan-percobaan apa yang harus dihadapinya yaitu mencoba seberapa jauh teori tersebut mampu membuktikan kemampuannya bertahan menghadapi ujian-ujian. Singkatnya, pengujian sebuah teori diorientasikan kepada taksiran seberapa jauh ia telah dikorroborasi.⁷⁷ Berikut adalah pernyataan-pernyataan yang dapat menjadi ujian bagi teori Bumi datar dan teori Bumi bulat yang pembuktiannya dapat dilakukan di masa yang akan datang. Sejauh ini belum diperoleh informasi bahwa percobaan-percobaan dan kejadian-kejadian tersebut telah dibuktikan.

1. Pengujian karakteristik peristiwa siang-malam di sekitar kutub selatan

Para filosof sains telah berulang-ulang mendemonstrasikan bahwa terhadap sekelompok data-data tertentu selalu dapat

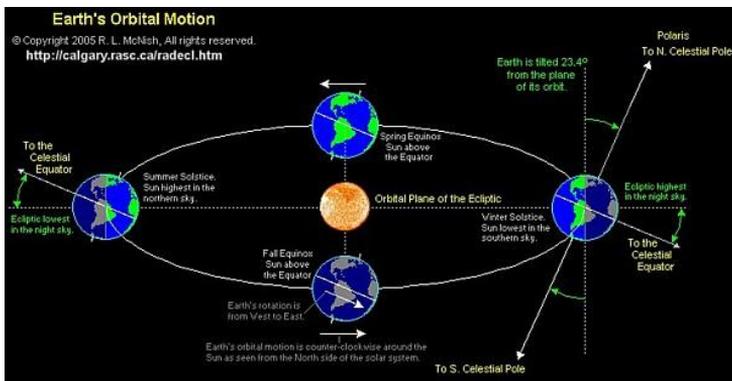
⁷⁷ Popper, *Logika Penemuan Ilmiah*, 314-315.

diberikan lebih dari satu konstruksi teoretis.⁷⁸ Misalnya, permasalahan sains kebumihan saat ini masih menjadi masalah yang belum final dan disepakati. Hal ini misalnya perbedaan konsep yang mendasar terjadinya siang dan malam antara teori sains dan Bumi datar. Menurut sains, terjadinya siang dan malam serta perbedaan lamanya disebabkan oleh kebulatan Bumi dan *tilt* (kemiringan) saat mengelilingi Matahari. Sedangkan menurut teori Bumi datar, fenomena ini terjadi karena hukum perspektif dan posisi lintasan Matahari yang berubah-ubah dalam mengitari Bumi.

Menurut pandangan sains, sudut antara bidang ekliptika dan ekuator Bumi adalah $23,5^\circ$. Disebabkan oleh kemiringan sumbu Bumi, ketika belahan Bumi utara miring ke arah Matahari maka musim panas terjadi di belahan Bumi utara dan musim dingin di belahan Bumi selatan. Sebaliknya, ketika belahan Bumi selatan miring menghadap Matahari maka musim dingin di belahan Bumi utara dan musim panas di belahan Bumi selatan. Kemiringan (*tilt*) sumbu bumi ini juga menyebabkan durasi malam lebih panjang di musim dingin dan durasi siang hari yang lebih panjang di musim panas. Garis lintang $23,5^\circ$ LU disebut *Tropic of Cancer*. Garis lintang $23,5^\circ$ LS disebut *Tropic of Capricorn*. *Tropic of Cancer* dan *Capricorn* adalah garis lintang

⁷⁸ Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolution: Peran Paradigma dalam Revolusi Sains*, (Bandung: PT Remaja Rosdakarya), 75.

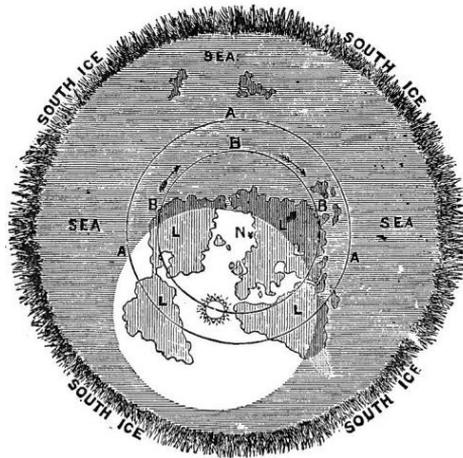
tertinggi di mana Matahari akan berada di atas kepala. Matahari akan berada di atas $23,5^\circ$ LU pada 21 Juni (soltis musim panas di belahan Bumi utara dan siang hari terpanjang). Matahari akan berada di atas $23,5^\circ$ S pada 21 Desember (soltis musim dingin di belahan Bumi utara dan malam terpanjang). Lintang tertinggi di mana Matahari masih dapat terlihat sepanjang tahun adalah $66,5^\circ$ (sudut antara sumbu Bumi dan bidang ekliptika). Di atas $66,5^\circ$ LU dan LS (wilayah lintang ekstrim), kadang-kadang di musim dingin tidak ada matahari terbit. Demikian pula akan ada beberapa kali di musim panas ketika tidak ada matahari terbenam. Antara soltis adalah ekuinoks yaitu ketika Matahari melewati khatulistiwa yang malam dan siang memiliki panjang yang sama. Matahari akan berada tepat pada celestial ekuator jika deklinasinya 0° , yaitu pada tanggal 21 Maret dan 21 September.



Gambar 22. Lintasan revolusi Bumi menyebabkan deklinasi Matahari⁷⁹

⁷⁹ K. Haroon, "The Solar System", diakses 24 Maret 2018, <https://www.theairlinepilots.com/forum/viewtopic.php?t=694>

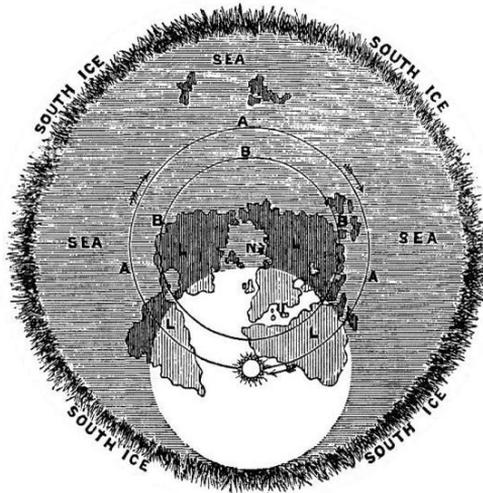
Namun, menurut teori Bumi datar, pergerakan Matahari bersifat konsentrik dengan pusat kutub utara. Lintasan Matahari meluas dan menyempit secara harian selama 6 bulan secara bergantian. Lintasannya lebih mendekat ke pusat kutub pada musim panas dan menjauh pada musim dingin. Lintasan Matahari membesar setiap hari dari 21 Desember hingga 22 Juni dan mengecil setiap hari dari 22 Juni sampai 21 Desember.⁸⁰ Siang dan malam, panjang siang dan malam, senja dan fajar, musim dingin dan musim panas, lamanya periode terang dan gelap pada belahan bumi utara (pusat) terjadi karena ekspansi (perluasan) dan kontraksi (penyempitan) lintasan Matahari.⁸¹



Gambar 23. Ilustrasi gerak melingkar Matahari saat dekat dari pusat Bumi

⁸⁰ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 93.

⁸¹ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 95.



Gambar 24. Ilustrasi gerak melingkar Matahari saat jauh dari pusat Bumi

Menurut Rowbotham, jika Bumi adalah bola berputar, bergerak cepat dalam orbit mengelilingi matahari, dengan poros revolusi condong ke bidang ekliptik, seperti pernyataan hipotesis Newton maka akan ada cahaya terus menerus selama enam bulan dan enam bulan terus kegelapan secara bergantian di kedua titik sumbu atau pusat utara dan selatan. Hal seperti ini yang terjadi di pusat utara adalah kepastian, tetapi bahwa begitu pula yang terjadi di selatan tidak ada bukti positif. Beberapa pernyataan tidak beraturan telah ditemukan dalam laporan para pelaut yang telah berusaha untuk melingkari “lingkaran kutub,” yang telah ditangkap sebagai bukti, tetapi pada pemeriksaan yang cermat

mereka ditemukan tidak layak sebagai bukti atau berkaitan dengan subjek dalam perselisihan.⁸²

Gagasan Rowbotham tentang peristiwa siang dan malam yang paling berani dan menantang untuk dibuktikan kebenarannya adalah bahwa dengan gambaran pergerakan Matahari yang ia ajukan, konsekuensinya adalah peristiwa siang dan malam yang terus-menerus (continuous daylight/continuous night) hanya terjadi di belahan Bumi utara (terutama sekitar kutubnya) dan tidak mungkin terjadi di belahan Bumi selatan, termasuk di kutub selatan sesuai dengan teori Bumi bulat. Pernyataan ini menjadi tantangan tersendiri untuk dihadapkan dengan bukti empiris apakah di bagian Bumi selatan lintang ekstrim memang tidak ada siang-menerus terus-menerus seperti yang terjadi di kutub Utara. Ini merupakan pernyataan yang berisiko dan menarik untuk difalsifikasi.

Teori Rowbotham ini merupakan kebalikan dari pandangan sains. Jika disederhanakan maka didapat dua teori yang berlawanan:

- a. Menurut teori Bumi datar, di belahan Bumi selatan ekstrim (di atas $65,5^{\circ}$) peristiwa malam selalu terjadi dalam satu hari, tidak akan terjadi siang terus-menerus seperti halnya yang terjadi di kutub utara.

⁸² Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 218.

- b. Sedangkan menurut teori Bumi bulat, karakteristik terjadinya siang-malam di belahan Bumi selatan sama dengan di kutub utara yaitu pada suatu waktu akan terjadi siang terus-menerus dan malam terus-menerus.

Sejauh ini, belum ada laporan penelitian yang membuktikan kebenaran kedua pernyataan di atas. Hal ini wajar dikarenakan negara yang paling selatan hanya sampai di lintang $55^{\circ}05'00''$ LS dan $67^{\circ}04'30''$ W yaitu Puerto Toro yang merupakan bagian dari negara Chili. Menurut sensus tahun 2002, dusun ini memiliki populasi tetap 36 orang. Di masa lalu, Puerto Toro adalah kota yang berkembang, tetapi setelah emas di wilayah itu sepenuhnya dieksploitasi, minat hunian di kota itu menurun dan itu berkurang menjadi dusun kecil dari negara bagian.⁸³

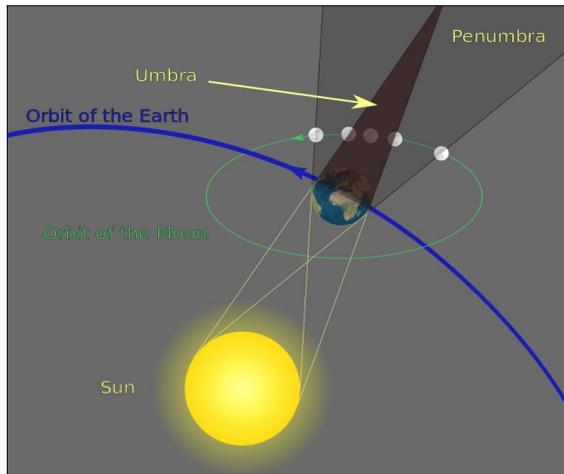
Letak wilayah paling selatan yang dihuni manusia tidak sampai pada lintang ekstrim. Menurut teori Bumi datar dan bumi bulat, di lintang $55^{\circ}05'00''$ LS tersebut tidak terjadi siang dan malam yang terus-menerus karena bukan termasuk lintang ekstrim. Dengan demikian, pengujian pernyataan Rowbotham dan teori kebulatan Bumi tidak dapat dilakukan di wilayah

⁸³ Oishimaya Sen Nag, "The World's Southernmost Cities And Other Settlements", diakses 24 Maret 2018, <https://www.worldatlas.com/articles/the-southernmost-cities-and-other-settlements-of-the-world.html>.

tersebut. Untuk pengujiannya, pengamat harus mencapai lintang minimum yaitu $66,5^{\circ}$ LS terutama pada bulan Desember.

2. Fenomena gerhana Bulan pada siang hari

Popper mengajukan teorinya yaitu jika tidak tercerahkan oleh teori yang dimaksud, kita seharusnya mengharapkan sebuah peristiwa yang tidak sesuai dengan teori, sebuah peristiwa yang akan membantah teori tersebut melalui beberapa pernyataan tentang bagaimana sebuah teori dikatakan saintifik⁸⁴. Contoh peristiwa yang dapat membantah teori Bumi bulat adalah fenomena gerhana Bulan.



Gambar 25. Geometri terjadinya gerhana Bulan

Menurut sains, Gerhana bulan terjadi ketika Bulan melintas tepat di belakang Bumi dan ke dalam bayangannya. Ini dapat

⁸⁴ Popper, *Conjecture And Refutation*,”36-37.

terjadi hanya ketika Matahari, Bumi, dan Bulan sejajar persis atau sangat erat, dengan bulan di antaranya. Oleh karena itu, gerhana bulan hanya dapat terjadi pada malam bulan purnama. Jenis dan panjang gerhana tergantung pada kedekatan Bulan dengan salah satu simpul orbitnya.⁸⁵

Namun, Rowbotham membantah terjadinya gerhana Bulan terjadi karena bayangan Bumi oleh Matahari menutupi Bulan. Argumentasinya adalah beberapa fenomena gerhana Bulan terjadi ketika Matahari dan Bulan kedua-duanya berada di atas horizon misalnya gerhana bulan pada tanggal 20 April 1837, 20 September 1717, 17 Juli 1590, dan beberapa gerhana bulan lainnya.⁸⁶ Rowbotham sampai pada kesimpulan bahwa gerhana Bulan yang terjadi disebabkan oleh sifat fisik Bulan yang secara teratur terjadi membentuk suatu siklus.

Sejauh ini, memang belum ada catatan sejarah sains bahwa gerhana Bulan terjadi saat Matahari di atas horizon, sebagaimana yang dinyatakan oleh Rowbotham dan komunitas Bumi datar. Prediksi melalui data-data ephemeris mengenai terjadinya gerhana Bulan juga selama ini sangat akurat. Jika suatu saat peristiwa gerhana Bulan terjadi pada siang hari seperti yang diyakini komunitas Bumi datar maka penjelasan sains modern

⁸⁵ Wikipedia, "Lunar Eclipse", Diakses 24 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_eclipse.

⁸⁶ Rowbotham, *Earth Not a Globe*, 109-110.

mengenai gerhana menjadi gugur dan dapat menyebabkan terjadi krisis.

Berkaca dari perjalanan bagaimana terjadinya revolusi sains menurut Kuhn, revolusi hanya dapat terjadi jika muncul krisis. Fatwa ulama, kesepakatan-kesepakatan, dan tafsir terhadap ayat-ayat kitab suci sebenarnya tidak memberikan pengaruh apa pun terhadap kekuatan teori, apalagi hingga sampai kepada krisis. Menurut Kuhn dan kenyataan sejarah, perubahan paradigma yang diawali dengan krisis adalah disebabkan oleh ketidakmampuan sebuah teori menjelaskan fenomena sehingga dipandang cacat. Penafsiran kitab suci dan fatwa ulama yang menyatakan kafir bagi mereka yang tidak meyakini Bumi datar sebagaimana fatwa ‘Abdul Azīz bin Bāz hanya merupakan ijtihad yang tidak mampu memasuki ranah sains. Selama belum ada krisis, tidak akan ada revolusi.

Sedangkan menurut pandangan Popper, kekuatan sebuah teori tidak dapat didukung oleh bukti verifikasi, melainkan kemampuan teori tersebut dapat bertahan dari falsifikasi. Artinya, pernyataan tegas dapat diambil yaitu fatwa, tafsir, dan kesepakatan ulama atau tokoh-tokoh agama tidak akan mampu memperkuat atau pun memperlemah sebuah teori. Sebuah teori akan ditinggalkan karena memiliki kelemahan atau tidak lolos pengujian.

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa kelanjutan teori Bumi datar dan teori Bumi bulat tidak dapat ditentukan oleh hasil penafsiran kitab suci atau fatwa-fatwa. Bahkan, gambar-gambar yang “sudah jelas” menunjukkan foto Bumi pun tidak dapat menentukan kelanjutan dari teori-teori bentuk Bumi. Artinya, kedua pandangan bentuk Bumi yang sedang bertarung hingga hari ini akan terus berlanjut sampai terjadi krisis. Krisis inilah yang berpotensi menimbulkan revolusi dan para saintis akan menyesuaikan paradigma mereka kepada paradigma yang lebih mapan. Setelah krisis, perlu waktu lama untuk benar-benar dapat meninggalkan teori lama menuju teori baru.

Akan tetapi, saat ini sains astronomi belum mengalami krisis. Kritikan yang disampaikan oleh komunitas bumi datar belumlah dapat disebut sebagai krisis karena beberapa hal:

1. Prediksi-prediksi astronomi dan fenomena empiris kebumian oleh sains modern masih akurat. Ini bisa dilihat dari beberapa aspek seperti tabel-tabel ephemeris yang juga dapat digunakan sebagai prediksi gerhana masih sangat akurat.
2. Belum ada fenomena yang terjadi sebagai bukti bantahan. Misalnya belum ada hingga saat ini terjadinya gerhana bulan pada siang hari. Jika suatu saat terjadi gerhana bulan terjadi pada siang hari maka gugurlah teori sains dan teori bumi datar bisa jadi dapat diterima. Saat krisis menjadi

peluang bagi teori ini untuk menyebabkan revolusi. Bantahan lain yang dapat menggugurkan teori Bumi bulat dan sekaligus menerima teori Bumi datar adalah tentang fenomena siang terus-menerus di kutub selatan. Jika Bumi bulat berarti di wilayah dekat kutub selatan dan sekitarnya akan mengalami fenomena tersebut sama halnya yang terjadi di kutub utara. Namun, fenomena ini tidak akan terjadi menurut logika teori Bumi datar. Dan jika ada peneliti yang menyatakan bahwa tidak pernah ada siang terus-menerus di kutub selatan yang hasilnya dapat diulangi oleh peneliti yang lain maka dapat terjadi krisis. Tanpa krisis para saintis tidak akan termotivasi untuk berpindah paradigma sekalipun paradigma baru tampak lebih baik.

BAB IV
DIALEKTIKA TEORI-TEORI BENTUK BUMI
DALAM PERSOALAN PENENTUAN ARAH KIBLAT

A. Pengantar

Bumi (*earth*) di dalam bahasa Arab disebutkan dengan kata الأرض (*al-ardh*). Kata tersebut juga dapat berarti daratan (*land*) dan tanah (*soil*). Kata *al-ardh* ini disebutkan beberapa kali di dalam al-Quran seperti di dalam Q.S. Al-A'rāf: 128, Q.S. Yūnus: 3, Q.S. Ar-Ra'd: 13, Q.S. Al-Baqarah: 22, dan masih banyak terdapat di ayat-ayat yang lain.¹ Di antara penyebutan kata *al-ardh* di dalam ayat-ayat al-Qur'an, terdapat ayat-ayat yang mengindikasikan bentuk Bumi dan pergerakannya yang pada dasarnya juga masih bersifat multitafsir dan diperselisihkan misalnya di dalam Q.S. Al-Baqarah: 22, Q.S. Al-Baqarah: 22, Q.S. Az-Zukhruf: 10, Q.S. Al-Qhāsyiah: 20, dan Q.S. Ghafir: 64), dan lain-lain.

Walaupun bentuk Bumi yang diakui kalangan sains dan ulama pada umumnya adalah bulat, namun hingga saat ini masih terdapat sebagian kecil kalangan yang percaya bahwa Bumi ini datar. Di sini jelas bahwa di antara kalangan sains dan ulama muslim belum bersepakat tentang bentuk Bumi. Perbedaan pandangan bentuk Bumi ini secara praktis menimbulkan konsekuensi yaitu dalam penentuan

¹ Nurdeng Deurasch, "Earth in The Holy Qur'an: How to Protect and Maintain It? Jurnal Hadhari Universiti Kebangsaan Malaysia, 2 (2), (2010): 74, ISSN 1985-6830, diakses 22 Mei 2018, <http://www.ukm.my/jhadhari>.

arah kiblat bagi wilayah yang tidak dapat melihat Kakbah. Hal ini menimbulkan

Ketentuan arah kiblat adalah arah sudut ke Masjidil Haram yang merupakan ketertiban bagi umat Islam dalam menjalankan ibadah salat.² Dalam sebuah hadis *dha'if*, disebutkan ketentuan menghadap kiblat bagi umat Islam yaitu sebuah hadis dari Ibn 'Abbās:³

حَدَّثَنَا أَبُو مُحَمَّدٍ عَبْدُ اللَّهِ بْنُ يُوسُفَ إِفْلَاءً، أَخْبَرَنِي أَبُو سَعِيدٍ بْنُ الْأَعْرَابِيِّ، ثنا جَعْفَرُ بْنُ عَنبَسَةَ أَبُو مُحَمَّدٍ وَأَخْبَرَنَا أَبُو بَكْرٍ بْنُ الْحَسَنِ الْقَاضِي، وَأَبُو نَصْرِ أَحْمَدُ بْنُ عَلِيٍّ قَالَا: ثنا أَبُو الْعَبَّاسِ بْنُ يَعْقُوبَ، ثنا أَبُو مُحَمَّدٍ جَعْفَرُ بْنُ عَنبَسَةَ بْنِ عَمْرٍو بْنِ يَعْقُوبَ الْيَشْكُرِيُّ فِي نُحَيْلَةَ، ثنا عُمَرُ بْنُ حَفْصِ الْمَكِّي، مِنْ وَلَدِ عَبْدِ الدَّارِ، ثنا ابْنُ جُرَيْجٍ، عَنْ عَطَاءٍ، عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: " الْبَيْتُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْمَسْجِدِ، وَالْمَسْجِدُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْحَرَمِ، وَالْحَرَمُ قِبْلَةٌ لِأَهْلِ الْأَرْضِ فِي

² Moedji Raharto & Dede Jaenal Arifin Surya, "Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari", *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Volume 11 (1), Juni (2011): 24, diakses 6 Maret 2018, <https://anzdoc.com>.

³ Di dalam kitab *As-Sunan al-Kubra Lil-Baihaqī*, Juz 2, 15 disebutkan bahwa hadis ini *dha'if* (hadis No.2234). Ada pula yang mengatakan bahwa hadis ini adalah perkataan Malik (seperti oleh Al-Fakhr), namun hal ini dibantah oleh Ibn 'Āsyūr seperti apa yang dijelaskan di dalam kitab *Al-Tahrīr Wa al-Tanwīr al-Ma'rūf Bitafsīr ibn 'Āsyūr*. *Kedha'ifān* hadis ini juga disebabkan oleh beberapa rawi yang tidak dikenal seperti anak 'abiddār (dikarenakan anak 'abiddār tidak disebutkan sebagai muridnya), 'umar Ibn Hafshi, Abu Muhammad Ja'far Ibn 'Anbasah Ibn 'Amri Ibn Ya'qūb. Namun, hadis ini dapat dijadikan hujjah karena tidak bertentangan dengan logika sains sehingga dipergunakan oleh para ulama dan mufassir seperti Qurthubi dan Fakhru Arrazī.

مَشَارِقِهَا وَمَعَارِبِهَا مِنْ أُمَّتِي " تَفَرَّدَ بِهِ عُمَرُ بْنُ حَفْصِ الْمَكِّيِّ، وَهُوَ ضَعِيفٌ لَا يُنْتَجِحُ بِهِ، وَرُوِيَ بِإِسْنَادٍ آخَرَ ضَعِيفٍ، عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ حَبْشَةَ كَذَلِكَ مَرْفُوعًا وَلَا يُنْتَجِحُ بِمِثْلِهِ وَاللَّهُ أَعْلَمُ⁴

Arti dari matan hadis di atas adalah:

“Ka’bah adalah kiblat bagi orang yang salat di Masjidil Haram, dan Masjidil Haram adalah kiblat bagi penduduk yang tinggal di tanah haram, dan tanah haram adalah kiblat bagi penduduk Bumi di timurnya dan dibaratnya dari umatku”⁵

Bagi umat Islam yang mampu melihat Ka’bah, menghadap kiblat merupakan perkara yang mudah. Akan tetapi, bagi umat Islam yang jauh dari Ka’bah, seperti di Indonesia, penentuan arah kiblat membutuhkan metode tertentu agar dapat mengarahkan kiblatnya dengan kekakuratan yang baik.

Berkaitan dengan metode-metode penentuan arah kiblat, secara paradigma sains, metode Vincenty merupakan metode yang sudah diakui akurasi karena menggunakan paradigma Bumi ellipsoid. Hanya saja, jika digunakan pandangan Kuhn dan Popper maka sains tidak akan mencapai kebenaran yang hakiki, teori-teori sains akan selalu memiliki peluang untuk berubah (revolusi). Dengan demikian, penentuan arah kiblat jika dipandang berdasarkan kontroversi bentuk

⁴ Ahmad bin al-Husain bin ‘Alī bin Mūsā al-Khusrowjirdī al-Khurāsānī Abū Bakr al-Baihaqī, *Al-Sunan al-Kubrā*, (Beirut: Dār al-Kutub al-‘ilmyyah, 2003), Maktabah Syāmilah.

⁵ Kementerian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat*, (Jakarta: Kementerian Agama RI, 2017), 400.

Bumi maka metode yang dapat diterima oleh para penganut teori-teori yang belum mencapai kesepakatan merupakan metode yang paling baik karena mampu memberikan penyelesaian atau dialektika teori-teori bentuk Bumi dalam persoalan penentuan arah kiblat.

Dialektika di dalam pembahasan ini merupakan proses yang diawali adanya tesis, antitesis, dan sintesis. Berbeda dengan dialektika di dalam ilmu-ilmu sosial, dialektika yang dimaksud di sini merupakan upaya untuk mencari titik temu dalam penentuan arah kiblat bagi pandangan-pandangan yang berselisih. Untuk melihat adanya proses dialektik, perlu kiranya dijelaskan mengapa hal tersebut dikatakan dialektika:

1. Adanya tesis (pernyataan dasar) yaitu apa yang dianut oleh sains saat ini berupa pandangan Bumi bulat. Mengenai kebulatan Bumi itu sendiri, tidak ada perselisihan antara Bumi dipandang sebagai Bola sempurna atau ellipsoid karena kedua pandangan ini merupakan bentuk perubahan pandangan yang menyempurnakan teori sebelumnya dan hasil consensus kalangan sains menyatakan bahwa Bumi memiliki bentuk ellipsoid. Dalam praktik penentuan arah kiblat, ada dua model perhitungan yang diterapkan yaitu rumus segitiga bola dan formula Vincenty.
2. Adanya antitesis (pernyataan sanggahan/berlawanan) yaitu sanggahan yang diajukan oleh pemercaya Bumi datar baik oleh kalangan sains maupun ulama muslim. Dalam penentuan

arah kiblat, belum ada model perhitungan yang berdasarkan model Bumi datar. Namun, satu-satunya model perhitungan yang mungkin dilibatkan adalah trigonometri biasa (*plane trigonometry*) jika unsur-unsurnya diketahui.

3. Sintesis (penyelesaian) yaitu upaya penyelesaian yang dapat ditawarkan dalam penentuan arah kiblat yaitu sebuah metode penentuan arah kiblat yang dapat diterima baik menggunakan model Bumi bulat (bola/ellipsoid) maupun model Bumi datar yaitu penentuan arah kiblat saat rashdul kiblat global.

B. Tesis (Paradigma Bumi Bulat)

Tesis sebagaimana dijelaskan sebelumnya merupakan pernyataan yang fundamental. Pernyataan yang dipandang fundamental saat ini yang berkaitan dengan bentuk Bumi adalah bahwa Bumi ini bulat karena Bumi bulat telah menunjukkan kekuatan teorinya dan berhasil menunjukkan bukti-bukti verifikatif yang seolah-olah tidak terbantahkan walaupun dipandang oleh sebagian kalangan masih memiliki bukti-bukti cacat.

Bumi bulat merupakan kesepakatan sains yang umumnya didukung oleh sebagian besar ulama dan ahli tafsir. Hal ini misalnya seperti penafsiran ayat berikut:

خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ بِالْحَقِّ ۗ يُكَوِّرُ اللَّيْلَ عَلَى النَّهَارِ وَيُكَوِّرُ النَّهَارَ
عَلَى اللَّيْلِ ۗ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ ۗ كُلٌّ لِّأَجَلٍ مُّسَمًّى ۗ أَلَا هُوَ
الْعَزِيزُ الرَّحِيمُ ﴿٥﴾

Dia menciptakan langit dan bumi dengan (tujuan) yang benar; Dia menutupkan malam atas siang dan menutupkan siang atas malam dan menundukkan matahari dan bulan, masing-masing berjalan menurut waktu yang ditentukan. ingatlah Dialah yang Maha Perkasa lagi Maha Pengampun (Az-Zumar: 5).

Ibnu Hazm berkata bahwa *takwir* itu bermakna lingkaran atau melingkari, misalnya melingkari penutup kepala imamah, karenanya bumi itu bulat-bola bergantian siang dan malam dan Matahari bentuknya juga demikian.⁶ Begitu pula pendapat Ibn Taimiyah yang menyebutkan bahwa Bumi dan segala pergerakannya baik di darat maupun di laut menyerupai Bola.⁷

Adapun ayat lain yang berkaitan dengan ini adalah Q.S. An-Nāzi'āt: 30:

وَالْأَرْضَ بَعْدَ ذَلِكَ دَحَاهَا ﴿٣٠﴾

Dan bumi sesudah itu dihamparkan-Nya.

⁶ Ibnu Hazm, *Al-Fashl fil Milal wal Ahwa wan Nihal*, Juz 2, 78, Maktabah Syamilah.

⁷ Ibnu Taimiyah. *Majmu' al-Fatāwa*, Juz 25, 195, Maktabah Syamilah.

Duhuw yang berarti memanjang berasal dari kata *udhuya* yang berarti sarang burung Onta. Sedangkan *Ad-Duhya* ialah telur burung Onta itu sendiri. Ini merupakan indikasi bahwa bumi menyerupai bentuk telur yang berarti bentuknya bulat.⁸ Menurut Zakir Naik, ayat ini secara tersirat menyatakan bahwa bentuk Bumi tidak benar-benar bulat melainkan ellipsoid (geospherical) karena menyerupai bentuk telur Onta.⁹

Kesimpulan bentuk Bumi melalui penafsiran seperti Ibn Hazm dan Zakir Naik di atas jika ditelaah secara epistemologi merupakan panarikan kesimpulan secara rasional. Hal ini dikarenakan penafsirannya menggunakan analogi dan logika ilmu pengetahuan, bukan dari aspek kebahasaan. Penafsiran tersebut (terutama Zakir Naik) benar-benar mendukung temuan sains yang pada awalnya merupakan teori yang diajukan Newton dan Huygens. Pandangan Bumi bulat yang mendominasi ahli tafsir dan ilmuwan-ilmuwan muslim merupakan suatu hal yang wajar karena secara tersurat di dalam al-Quran memang tidak terdapat pernyataan yang tegas tentang bentuk Bumi. Di sisi lain, Islam merupakan agama yang lahir ketika ilmu pengetahuan di bidang astronomi menganut pandangan Bumi bulat. Hal ini menjadi salah satu pendorong ditemukannya rumus segitiga bola oleh ilmuwan muslim bernama Al-Khwarizmi

⁸ Shareef, "Aspects of Ancient," 216.

⁹ Zakir Naik, *The Qur'ān and Modern Science: Compatible or Incompatible?*, (-----: Islamic Research Foundation, 2000), PDF e-book, Bab 3.

yang kepentingannya memang untuk mengatasi persoalan penentuan arah kiblat.

Tesis dalam persoalan penentuan arah kiblat mengandung dua pengertian yaitu penentuan arah kiblat dengan model Bumi bulat sempurna dan ellipsoid. Dua paradigma ini tidak saling kontroversial, melainkan digunakan secara bersama-sama sesuai dengan ketelitian yang diinginkan dan kemungkinan tergantung pada kemampuan praktisi. Berdasarkan kajian atas paradigma sains, paradigma Bumi bola merupakan paradigma lama yang telah ditinggalkan. Namun, dalam persoalan arah kiblat, paradigma ini masih dapat digunakan untuk model perhitungan sederhana dan ketelitian yang tergolong tidak ketat. Sedangkan paradigma sains yang disepakati adalah paradigma yang berasal dari pandangan Newton yaitu paradigma Bumi ellipsoid. Antara paradigma Bumi bola dan ellipsoid dalam perhitungan arah kiblat sesungguhnya tidak memiliki selisih yang cukup signifikan, hanya berselisih dalam orde beberapa menit.¹⁰ Namun demikian, penyimpangan dari Ka'bah sebesar 1 menit busur menyebabkan penyimpangan sejauh 1.9 km (1867 m) dari posisi Ka'bah sesungguhnya.¹¹

¹⁰ Hasil perhitungan dan komparasi antara paradigma Bumi ellipsoid (Formula Vincenty) dan paradigma Bumi bola (segitiga bola) dapat dilihat di lampiran. Dari perhitungan tersebut tampak bahwa selisih perhitungan antara kedua metode sangat kecil yaitu sebesar $0^{\circ} 7' 27''$ untuk markaz MAJT.

¹¹ Misbah Khusurur, "Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty)", Jurnal An-Nawa, Vol.8

1. Arah kiblat berdasarkan formula segitiga bola (Paradigma Bumi bola)

Bumi dianggap sebagai bola dunia sudah ada sejak zaman Plato. Pada saat tumbangnya teori geosentris Ptolemy yang digantikan oleh teori heliosentris Copernicus, Bumi ini masih dipandang berbentuk bola sampai munculnya teori baru dari Newton bahwa akibat rotasi Bumi, bentuknya seharusnya ellipsoid. Sebelum Newton, *paradigma shift* (pergeseran paradigma) sudah terjadi yaitu saat tumbangnya teori geosentris. Namun, pergeseran paradigma tersebut tidak serta merta diikuti oleh pergantian teori bentuk Bumi sampai diterimanya hipotesis Newton.

Menurut Kuhn, paradigma meliputi hal-hal, yang salah satunya adalah teori yang diterima dalam praktik saintifik atau sains normal. Itu artinya, penentuan arah kiblat menggunakan persamaan segitiga bola merupakan sains normal yang didasarkan pada teori Bumi bola. Teori ini sudah lama ditinggalkan oleh komunitas ilmiah. Namun, pada kenyataannya, teori ini masih menjadi paradigma dalam penentuan arah kiblat hingga saat ini.

Untuk terapan lainnya, paradigma ini juga meliputi beberapa metode penentuan arah kiblat, misalnya metode rashdul kiblat harian (berdasarkan azimut Matahari) dengan rumus bantu,

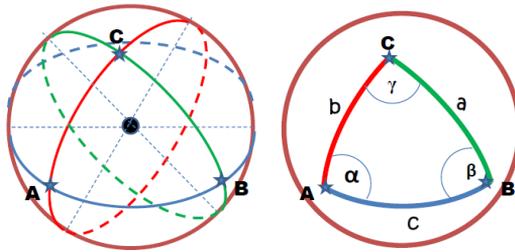
(Januari-Juni), No.1, (2011): 21, diakses 22 Mei 2018, <http://ejournal.staiannawawi.com/index.php/An-Nawa/article/view/9>.

termasuk juga penentuan arah kiblat dengan azimut bintang dan planet. Dikatakan demikian karena metode ini masih berdasarkan persamaan segitiga bola dalam penentuan azimut kiblatnya. Sedangkan dalam hal instrumentasi, dapat dikatakan bebas dari keterikatan paradigma. Hal ini karena instrumentasi dapat menggunakan dasar perhitungan yang berbeda, namun menggunakan instrumen yang sama.

Penggunaan paradigma Bumi bola ini masih populer di kalangan praktisi falak, terbukti dengan buku-buku teks falak yang masih banyak menyajikan metode segitiga bola dalam penentuan arah kiblat. Hal ini kemungkinan disebabkan rumus ini tergolong sederhana dan juga tidak memiliki selisih yang cukup berarti jika dibandingkan dengan metode modern (Formula Vincenty). Paradigma ini juga mendapat dukungan dari para ahli tafsir. Padahal, paradigma ini tidak sesuai lagi dengan paradigma sains yang diterima oleh komunitas ilmiah. Walaupun paradigma ini tidak lagi sesuai dengan paradigma sains, hasil perhitungan arah kiblat dengan metode segitiga bola masih tergolong akurat dan sangat penting sebagai perbandingan dengan metode Vincenty.

Arah kiblat dalam pandangan Bumi sebagai bola adalah arah terdekat menuju Ka'bah melalui lingkaran besar bola

Bumi.¹² Lingkaran besar merupakan lingkaran bola yang titik pusatnya sama dengan titik pusat bola, dan garis tengahnya sama dengan garis tengah bola. Dengan demikian, jari-jari lingkaran besar sama dengan jari-jari Bumi. Jika dua titik pada permukaan Bumi berada pada bidang yang sama dengan pusat bola, maka irisan yang terbentuk adalah lingkaran besar. Apabila tiga buah lingkaran besar pada permukaan sebuah bola saling berpotong-potongan, terjadilah sebuah segitiga bola.¹³



Gambar 26. Lingkaran besar yang membentuk segitiga bola

Dalam ilmu ukur, segitiga bola (*trigonometri*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Hukum sinus¹⁴

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

¹² Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*, (Yogyakarta: Pustaka Ilmu, 2013), 14.

¹³ A. Jamil, *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi Arah Qiblat, Awal Waktu, dan Awalntahun Hisab Kontemporer*, (Jakarta: Amzah, 2009), 55.

¹⁴ H. L. Rietz, dkk. *Plane and Spherical Trigonometry*. (New York: Macmillan Company, 1936), 153.

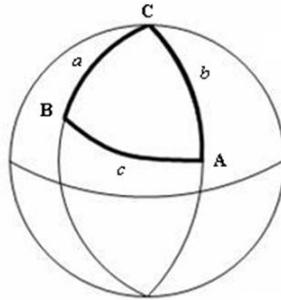
2. Hukum cosinus¹⁵

$$\cos a = \cos b \cdot \cos c + \sin b \cdot \sin c \cdot \cos A$$

$$\cos b = \cos c \cdot \cos a + \sin c \cdot \sin a \cdot \cos B$$

$$\cos c = \cos a \cdot \cos b + \sin a \cdot \sin b \cdot \cos C$$

Penggunaan rumus segitiga bola dalam penentuan arah kiblat adalah dengan mengkombinasikan rumus sinus dan cosinus. Titik A (Ka'bah) memiliki koordinat bujur λ^k dan lintang Φ^k . Titik B memiliki koordinat bujur λ^x dan lintang Φ^x . Titik C merupakan kutub utara yang memiliki lintang 90 derajat. Sudut C tidak lain adalah selisih antara bujur Ka'bah dan bujur tempat. Sementara sudut B adalah arah menuju titik A (Ka'bah).



Gambar 27. Segitiga bola ABC yang menghubungkan titik A (Ka'bah), titik B (tempat) dan titik C (kutub Utara)

Dengan mensubstitusikan persamaan sinus ke dalam cosinus, arah kiblat dari titik B dapat diketahui dengan menentukan besar sudut B yang dirumuskan oleh:¹⁶

¹⁵ Rietz et al., *Plane and Spherical Trigonometry*, 154.

$$\cotan B = \cot b \sin a : \sin C - \cos a \cotan C$$

Dengan $a = 90 - \Phi^x$, $b = 90 - \Phi^k$, dan $C = \lambda^x -$

λ^k (*selisih bujur*)¹⁷

2. Arah kiblat berdasarkan formula Vincenty (Paradigma Bumi ellipsoid)

Newton dan Huygens adalah dua ilmuwan yang mengajukan teori tentang bentuk kebulatan Bumi yang tidak sferis (bukan bulat sempurna) melainkan ellipsoid. Gagasan ini cukup beralasan karena bentuk ellipsoid tersebut muncul akibat rotasi Bumi. Akibatnya, terjadi pemampatan di sekitar kutub dan pengembangan di ekuator. Gagasan inilah yang menjadi kepercayaan komunitas sains saat ini yang mendapat dukungan verifikasi hasil observasi melalui pengamatan nilai gravitasi dan observasi langsung bentuk Bumi yang sebenarnya yang dilansir NASA.

Walaupun formula Vincenty dan bagaimana penentuan azimut pada permukaan bidang ellipsoid bukanlah hasil karya Newton, menurut pandangan Kuhn, dikatakan bahwa formula

¹⁶ Muhyiddin Khazin, *Ilmu Falak: dalam Teori dan Praktik*. (Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004), 54. Lihat juga Slamet Hambali, *Ilmu Falak Arah Kiblat*, 17.

¹⁷ Rumus arah kiblat dalam banyak referensi memiliki bentuk yang sangat beragam. Namun, asumsi yang digunakan adalah sama yaitu rumus segitiga bola, kecuali persamaan arah kiblat yang menggunakan formula Vincenty.

tersebut menggunakan paradigma yang sama dengan Newton atau sebuah revolusi kecil yang masih dalam tahap sains normal dalam struktur revolusi saintifik. Selanjutnya, metode Vincenty yang pada awalnya merupakan rumus aplikasi dalam ilmu geodesi dikembangkan dalam penentuan arah kiblat oleh Dr. Ing. Khafid.¹⁸ Penemuan ini menurut Kuhn juga masih dalam tahap sains normal. Artinya, penggunaan formula Vincenty dalam penentuan arah kiblat merupakan pengembangan paradigma Bumi ellipsoid, walaupun dikatakan bahwa ini merupakan sebuah temuan baru.

Paradigma ini diakui akurasinya oleh kalangan sains. Hanya saja penerapannya dalam penentuan arah kiblat belum begitu banyak (populer). Hal ini disebabkan kerumitan algoritma yang digunakan. Selain itu, penggunaan paradigma ini termasuk juga paradigma Bumi bola masih menuai kritik, baik oleh kalangan sains maupun ahli tafsir terkait dengan kebulatan Bumi yang masih diperselisihkan. Namun demikian, paradigma inilah yang sebaiknya digunakan secara konsisten dalam perhitungan arah kiblat karena hingga saat ini Bumi dipercaya memiliki bentuk ellipsoid, bukan bulat sempurna, walaupun ini merupakan sebuah kesepakatan sains. Dalam pandangan Popper dan Kuhn, kebenaran sains tidaklah sampai pada kebenaran yang sebenarnya, dan ini sangat mungkin dialami oleh teori kebumihan

¹⁸ Marwadi, "Aplikasi Teori Geodesi," 331.

walaupun komunitas sains telah meyakini kebulatan Bumi melalui foto-foto yang diambil dari ruang angkasa.

Di dalam formula Vincenty, perhitungan nilai azimut dan jarak antara dua titik menggunakan rumus invers. Oleh karena perhitungan arah kiblat tidak memperhitungkan jarak dua titik melainkan azimutnya, dalam uraian berikut algoritma formula Vincenty dapat ditulis dalam bentuk yang lebih sederhana.

Beberapa istilah dan simbol yang perlu diketahui dalam formula Vincenty adalah sebagai berikut.¹⁹

a, b = setengah sumbu panjang (mayor) dan setengah sumbu pendek (minor)

f = pemampatan (*flattening*) yang dihitung dengan cara
 $f = \frac{(a-b)}{a}$

ϕ_1, ϕ_2 = posisi lintang (*latitude*) titik 1 dan titik 2

$U_1 = \arctan [(1 - f) \tan \phi_1]$ = nilai lintang titik 1 pada bola pembantu

$U_2 = \arctan [(1 - f) \tan \phi_2]$ = nilai lintang titik 2 pada bola pembantu

$L = L_2 - L_1$ = selisih bujur (*longitude*) antara dua titik

λ_1, λ_2 = bujur titik 1 dan bujur titik 2 pada bola pembantu

α_1, α_2 = azimuth titik 1 terhadap titik 2 dan sebaliknya²⁰

¹⁹ T. Vincenty, "Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid Application of Nested Equations", Survey Review XXII. 176, April (1975): 88

Adapun rumus azimuth antara dua titik pada permukaan ellipsoid berdasarkan formula Vincenty adalah sebagai berikut.²¹

$$\tan \alpha_1 = \frac{\cos U_2 \sin L}{\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{\cos U_1 \sin L}{-\sin U_1 \cos U_2 + \cos U_1 \sin U_2 \cos L}$$

Dengan nilai L dihitung secara iterasi mulai dari L_0, L_1, L_2, \dots sampai selisih nilai L_n dan L_{n-1} nol (mendekati nol atau berorde 10^{-12}).

Adapun menghitung nilai L adalah sebagai berikut.

$$\cos \sigma = \sin U_1 \sin U_2 + \cos U_1 \cos U_2 \cos L_0$$

$$\sin \sigma =$$

$$\sqrt{(\cos U_2 \sin L_0)^2 + (\cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_0)^2}$$

$$\sigma = \tan^{-1} \left(\frac{\sin \sigma}{\cos \sigma} \right)$$

$$\sin \alpha = \frac{\cos U_1 \cos U_2 \sin L_0}{\sin \sigma}$$

$$\cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha$$

$$\cos(2\sigma m) = \cos \sigma - \frac{2 \sin U_1 \sin U_2}{\cos^2 \alpha}$$

²⁰ α_2 diartikan sebagai azimuth yang searah jarum jam dari titik 1 ke titik 2. Jika kita menghitung arah kiblat untuk Kota Semarang maka titik 1 adalah koordinat geografis Ka'bah sedangkan titik 2 adalah koordinat geografis Kota Semarang. Adapun arah kiblat yang digunakan adalah α_2 yaitu arah Ka'bah dari Kota Semarang. Sedangkan α_1 merupakan arah Kota Semarang dari Ka'bah.

²¹ Vincenty, "Direct and Inverse," 90.

$$C = \frac{f}{16} \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3\cos^2 \alpha)]$$

$$L_1 = L_0 + (1 - C)f \sin \alpha (\sigma + C \sin \sigma (\cos(2\sigma m) + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos(2\sigma m)^2)))^{22}$$

C. Antitesis (Paradigma Bumi datar)

Antitesis merupakan pernyataan sanggahan yang mencoba meruntuhkan pernyataan fundamental. Dalam kaitannya dengan penentuan arah kiblat, antitesis merupakan penentuan arah kiblat dengan model teori Bumi datar. Beberapa ahli tafsir juga mendukung pandangan tentang bentuk Bumi yang datar.

Al-Qurṭubi dalam tafsirnya, membantah bahwa bumi bulat, ketika menafsirkan ayat:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَّوْزُونٍ



dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran. (Al-Hijr: 19).

Al-Qurṭubi berkata,

وهو يرد على من زعم أنها كالكرة

“Ini adalah bantahan bagi mereka yang menyangka bahwa bumi itu seperti bola”²³.

²² Fatahillah, *Jāmi’u al- adillah*, 114.

Di dalam tafsir Jalalain disebutkan:

{ وإلى الأرض كيف سطحت } أي بسطت فيستدلون بها على قدرة الله تعالى ووحدانيته
وصدرت بالإبل لأنهم أشد ملابسة لها من غيرها وقوله : سطحت ظاهر في أن الأرض سطح
وعليه علماء الشرع لا كره كما قاله أهل الهيئة وإن لم ينقص ركنا من أركان الشرع

Dan bumi bagaimana ia dihamparkan? (Q.S. Al-Qhasyiyah: 20)

“Maksudnya dijadikan sehingga terhampar. Melalui hal-hal tersebutlah mereka mengambil kesimpulan tentang kekuasaan Allah dan keesaan-Nya. Pembahasan ini dimulai dengan menyebut unta, karena unta adalah binatang ternak yang paling mereka kenal daripada yang lain-lainnya. Firman Allah "Suthihat" jelas menunjukkan bahwa bumi itu rata bentuknya. Pendapat inilah yang dianut oleh para ulama Syara'. Jadi bentuk bumi bukanlah bulat seperti bola sebagaimana yang dikatakan oleh para ahli ilmu *hai'ah*. Masalah ini sama sekali tidak ada sangkut-pautnya dengan salah satu rukun syariat.”²⁴

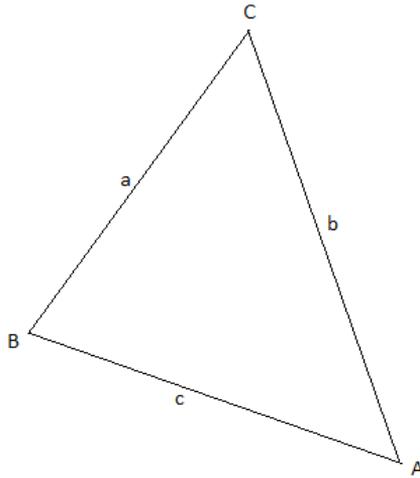
Penentuan arah kiblat dengan teori Bumi datar tidak dapat dilakukan dengan perhitungan karena teori ini belum memiliki peta yang dilengkapi dengan koordinat dan jarak sehingga. Penentuan arah kiblat mengacu dari peta Bumi datar hanya dapat dilakukan dengan perkiraan yang sangat kasar sehingga tidak mungkin mencapai ketelitian yang dikehendaki.

Namun, jika koordinat dan jarak dalam peta Bumi datar diketahui maka perhitungan arah kiblat dapat dilakukan dengan trigonometri segitiga datar (*plane trigonometry*). Titik A (Ka'bah)

²³ Muhammad Ibn Ahmad Ibn Abi Bakr al-Qurṭubi, *Al-Jamī'ul Ahkām al-Qur'an, Juz 13*, (Beirut: Ar-Resalah Publisher, 2006), 191

²⁴ Jalaluddin Al-Mahalli dan Jalaluddin As-Suyūṭi, *Tafsir Jalalain*, Maktabah Syamilah, 409

memiliki koordinat bujur λ^k dan lintang Φ^k . Titik B memiliki koordinat bujur λ^x dan lintang Φ^x . Titik C merupakan kutub utara yang memiliki lintang 90 derajat. Sudut C merupakan selisih antara bujur Ka'bah dan bujur tempat. Sementara sudut B adalah arah menuju titik A (Ka'bah).



Gambar 28. Segitiga datar ABC yang menghubungkan titik A (Ka'bah), titik B (tempat) dan titik C (kutub Utara)

Dengan menggunakan rumus trigonometri segitiga datar diperoleh:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

$$\sin B = \frac{b \sin C}{c}$$

Dengan a = jarak dari kutub utara ke Ka'bah, b = jarak dari kutub utara ke tempat (markaz), dan $C = \lambda^x - \lambda^k$ (*selisih bujur*).

D. Sintesis (Paradigma yang Tidak Bergantung pada Bentuk Bumi)

Di dalam ayat-ayat al-Qur'an (dan juga hadis), memang terdapat beberapa ayat yang memberitakan fenomena kosmologi, namun tidak secara eksplisit sehingga penafsirannya menuai perbedaan pendapat, terutama di kalangan ahli tafsir. Dengan demikian, perlu dicarikan solusi perbedaan pandangan dalam praktik penentuan arah kiblat yaitu sebuah paradigma yang tidak bergantung pada bentuk Bumi. Paradigma ini merupakan sintesis (penyelesaian) bagi kedua pandangan yang berbeda mengenai bentuk Bumi dalam persoalan penentuan arah kiblat.

Paradigma ini merupakan paradigma bahwa bentuk Bumi tidak memengaruhi penentuan arah kiblat yaitu pada saat peristiwa rashdul kiblat global. Rashdul kiblat global adalah ketentuan waktu di mana bayangan benda yang terkena sinar Matahari menunjuk arah kiblat yaitu pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun basitah) pada pukul 11.57 LMT atau 16:18 WIB dan tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada pukul 12.06 LMT atau 16:27 WIB di mana Matahari tepat berada di atas Ka'bah. Ini disebabkan nilai deklinasi Matahari hampir sama dengan nilai lintang Ka'bah.²⁵

Deklinasi Matahari setiap waktu berubah dan pada suatu saat nilainya akan sama dengan lintang suatu tempat, misalnya Ka'bah. Menurut versi Flat Earth (FE), hal itu disebabkan orbit Matahari

²⁵ Izzuddin, "Kajian terhadap Metode," 120

mengelilingi Bumi tanggal 22 Juni mengecil di lingkaran kutub utara ($23,5^\circ$ LU) dan tanggal 22 Desember membesar di dekat Antartika ($23,5^\circ$ LS). Sementara menurut versi *globe earth* (GE), hal itu disebabkan Bumi mengalami *tilt* (miring) $23,5^\circ$ LU tanggal 22 Juni dan miring $23,5^\circ$ LS tanggal 22 Desember.²⁶ Dalam perjalanannya setahun, Matahari akan melintasi tepat di atas Kakbah sebanyak dua kali yaitu pada tanggal 15 atau 16 Juli dan 27 atau 28 Mei.

Izzuddin mengklasifikasikan metode penentuan arah kiblat pada saat rashdul kiblat global ini dengan istilah metode ilmiah-alamiah yaitu didahului dengan perhitungan ilmiah mengenai kapan posisi Matahari tepat di atas Ka'bah (transit) kemudian dibuktikan dengan fenomena alamiah di lapangan.²⁷ Metode ini juga merupakan metode yang paling akurat di antara metode-metode pengamatan.²⁸

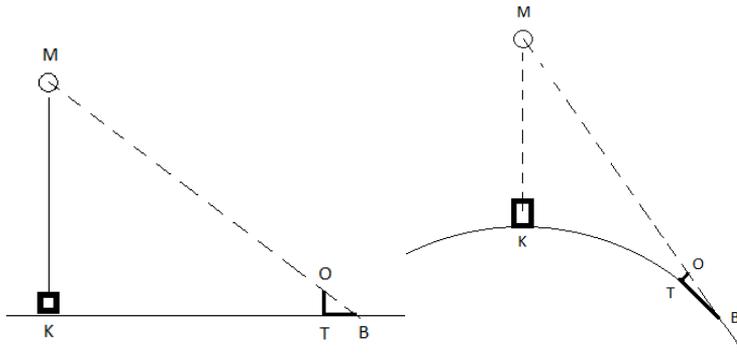
Selain akurat, metode penentuan arah kiblat saat terjadinya rashdul kiblat global dapat dilakukan di atas bidang apa pun baik bidang bola, ellipsoid maupun bidang datar. Logikanya adalah saat Matahari (M) tepat berada di atas Ka'bah (K), dapat dibayangkan bahwa antara Ka'bah dan Matahari terbentuk garis lurus (MK) yang tepat berada di atas kepala pengamat di sekitar Ka'bah. Garis hayal ini merupakan perpanjangan Ka'bah menuju Matahari. Artinya, garis inilah yang dijadikan kiblat bagi seluruh pengamat di Bumi dengan memerhatikan arah bayangan (BT) yang dibentuk oleh tongkat lurus

²⁶ Darling, "Gerakan Nasional Menghitung," 1.

²⁷ Izzuddin, "Kajian terhadap Metode," 209.

²⁸ Izzuddin, "Kajian terhadap Metode," 206.

(OT) di mana bayangan BT haruslah jatuh pada permukaan yang benar-benar datar seperti papan dial. Garis hayal ini, selama Matahari terlihat, dapat digunakan untuk menentukan arah kiblat. Garis hayal ini juga tidak tergantung dari bentuk Bumi, apakah ellipsoid, bola, maupun datar karena pengertian arah pada bidang apa pun merupakan jarak terdekat antara dua titik (misalnya antara titik T dan titik K).



Gambar 29. Ilustrasi rashdul kiblat global di bidang datar dan bidang bola/ellipsoid

Sintesis di dalam persoalan penentuan arah kiblat yakni rashdul kiblat global pada hakikatnya merupakan suatu upaya mengangkat dan melarutkan perbedaan pandangan bentuk Bumi baik oleh kalangan ulama maupun saintis di dalam praktik penentuan arah kiblat ke tahap yang lebih tinggi sehingga kedua pandangan yang saling bertentangan itu akhirnya mendapatkan kenyataan dan pemahaman baru.²⁹ Artinya, rashdul kiblat yang selama ini dikenal

²⁹ Lubis, *Filsafat Ilmu Klasik Hingga Kontemporer*, 106-107.

karena sisi paraktisnya (tanpa harus menghitung dan dapat dipraktikkan oleh siapa pun) akhirnya memberikan pemahaman yang jauh lebih dalam yaitu sebagai penengah perbedaan pandangan bentuk Bumi. Sejauh ini, perbedaan pandangan bentuk Bumi secara praktis hanya akan menyebabkan perbedaan pandangan (paradigma) dalam penentuan arah kiblat. Sedangkan persoalan awal bulan, gerhana, dan waktu shalat hanya berpengaruh di dalam tataran teoretis yang tidak membawa konsekuensi perbedaan hasil dari suatu praktik hisab dan pengamatan.

Saat rashdul kiblat global, pengamat yang akan menentukan arah bayangan Matahari sebagai petunjuk arah kiblat wajib mengetahui waktu yang tepat saat Matahari tepat berada di atas Ka'bah. Untuk mendapatkan waktu yang tepat, diperlukan pula kalibrasi waktu misalnya dengan penyesuaian jam yang digunakan pengamat agar sesuai dengan jam yang ditunjukkan oleh waktu standar. Selain itu, pengamatan bayangan juga tidak dapat dilakukan dengan cara yang sembarangan tanpa memerhatikan posisi tongkat istiwa dan latar tempat jatuhnya bayangan.³⁰ Apabila posisi tongkat tidak benar-benar tegak atau latar tempat jatuhnya bayangan tidak benar-benar rata maka hasil pengamatannya akan menjadi tidak

³⁰ Sebenarnya tanpa menggunakan tongkat istiwa, arah kiblat sudah dapat ditentukan yaitu dengan menghadapkan badan ke Matahari. Penggunaan tongkat istiwa dalam hal ini digunakan untuk mempermudah pengamatan agar pengamat tidak langsung mengarahkan pandangannya langsung ke Matahari.

akurat. Di sini jelas bahwa penentuan arah kiblat tidak dapat dilepaskan dari aspek kaidah-kaidah saintifik.

Adapun teknik penentuan arah kiblat pada saat terjadinya rashdul kiblat global adalah sebagai berikut.³¹

1. Memastikan waktu terjadinya peristiwa rashdul kiblat global yaitu pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun basitah) pada pukul 16:18 WIB dan tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada pukul 16:27 WIB. Pastikan bahwa jam yang digunakan pengamat benar-benar akurat atau sudah dicocokkan dengan waktu radio atau televisi/internet.
2. Menentukan lokasi yang akan ditentukan arah kiblatnya seperti masjid, mushala, atau rumah yang terkena paparan sinar Matahari.
3. Menyediakan tongkat yang benar-benar lurus yang ditempatkan pada bidang yang benar-benar datar (halaman masjid, rumah, dan lain-lain) sehingga antara bidang dan tongkat terbentuk sudut 90 derajat (tegak lurus). Dapat pula menggunakan papan kecil (papan dial) yang sudah dipasang tongkat seperti perangkat istiwa'ini³² yang kedataran

³¹ Izzuddin, "Kajian terhadap Metode," 121-122.

³² Istiwa'aini adalah perangkat papan dial dan tongkat istiwa yang digunakan untuk menentukan arah kiblat dengan bayangan Matahari. Alat ini dikembangkan oleh K.H. Slamet Hambali.

bidangnya dapat diatur dengan akurat dan mudah menggunakan waterpas.

4. Pada saat waktu menunjukkan pukul terjadinya rashdul kiblat, amati bayangan Matahari dan beri tanda menggunakan spidol dengan cara menggaris atau menggunakan teknik penandaan lain seperti lakban, penggaris yang dapat membuat tanda lurus.
5. Arah kiblat yang terbentuk adalah arah yang langsung menghadap Matahari atau barat serong ke utara.
6. Untuk meluruskan arah kiblat ke dalam masjid/rumah, gunakan tali atau pantulan sinar Matahari.

Jika dipandang berdasarkan problematika pandangan kebumian yang masih diperselisihkan maka paradigma ini merupakan paradigma yang dapat menengahi perbedaan tersebut. Dapat dikatakan bahwa kelebihan paradigma ini adalah mampu menentukan arah kiblat tanpa tergantung dari bagaimana bentuk Bumi yang sebenarnya. Dengan demikian, paradigma ini dapat diterima oleh penganut Bumi datar maupun kalangan sains. Hanya saja penggunaan metode rashdul kiblat global ini perlu memerhatikan beberapa aspek yaitu:

a) Cakupan wilayah

Wilayah yang mampu menggunakan metode ini hanya bagi wilayah yang berdekatan dengan Ka'bah atau wilayah yang saat terjadi rashdul kiblat global masih/sudah mengalami

siang. Untuk wilayah sebelah timur Kakbah (seperti Indonesia), saat peristiwa tersebut tidak semua wilayah dapat menerapkan metode ini. Untuk wilayah seperti Sumatera, Jawa, dan Kalimantan penerapan metode ini dapat dikatakan cukup mudah karena secara astronomis, selisih bujur Kakbah dan wilayah-wilayah tersebut menyebabkan selisih waktu yang masih memungkinkan ketampakan Matahari.

Sebagai contoh, untuk wilayah Indonesia bagian Barat dengan batas bujur terluar adalah 105° BT. Kakbah yang terletak pada bujur $39^{\circ}49'34,33''$ menyebabkan terjadinya perbedaan waktu sekitar 4 jam 20 menit. Artinya, jika diambil contoh pengamatan pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun basitah) maka rashdul kiblat global terjadi sekitar pukul 11.57 LMT³³ atau 16:18 WIB dan tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada pukul 12.06 LMT atau 16:27 WIB. Pada waktu tersebut, di wilayah Indonesia bagian Barat masih terdapat ketampakan Matahari.

Untuk wilayah Indonesia bagian tengah dengan batas terluar garis bujur 120° BT, selisih bujur menyebabkan perbedaan waktu sekitar 5 jam 20 menit. Artinya, jika diambil contoh pengamatan pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun basitah) maka rashdul kiblat global terjadi

³³ Pukul 11.57 LMT ini diperoleh dari 12-e di mana e merupakan equation of time pada tanggal 27 Mei pukul 12.00 Waktu Makkah atau pukul 09.00 GMT

sekitar pukul 11.57 LMT atau 17:18 WIB dan tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada pukul 12.06 LMT atau 17:27 WIB. Pada waktu tersebut, Matahari memang masih mungkin tampak, namun sudah mendekati horizon sehingga pengamatannya menjadi lebih sulit dibandingkan dengan wilayah Indonesia bagian barat.

Sedangkan untuk wilayah timur, pengamatan saat rashdul kiblat menjadi semakin sulit atau bahkan tidak mungkin dilakukakan. Hal ini disebabkan wilayah timur yang letak bujur terluarnya 135°BT memiliki selisih waktu sekitar 6 jam 20 menit. Pada waktu rashdul kiblat, sebagian besar wilayah Indonesia timur tidak dapat melihat adanya Matahari karena sudah di bawah ufuk.

b) Durasi waktu

Ini merupakan salah satu kelemahan dari metode ini yaitu peristiwa rashdul kiblat hanya terjadi dua kali dalam setahun karena harus menunggu saat di mana nilai deklinasi Matahari sama dengan lintang Ka'bah yaitu pada tanggal 27 Mei (tahun kabisat) atau 28 Mei (tahun basitah) maka rashdul kiblat global terjadi sekitar pukul 11.57 LMT atau 17:18 WIB dan tanggal 15 Juli (tahun kabisat) atau 16 Juli (tahun basitah) pada pukul 12.06 LMT atau 17:27 WIB. Selain itu, waktu pengamatan pada saat terjadinya rashdul kiblat juga sangat singkat karena Matahari terus bergerak seiring waktu yang

menyebabkan perubahan azimutnya. Dengan demikian, agar hasil pengamatannya akurat, pengamat harus melakukannya dengan cermat dan hati-hati dalam waktu yang sesingkat-singkatnya.

c) Cuaca

Pada bulan Mei dan Juli, wilayah Indonesia umumnya mengalami musim kemarau. Namun, keadaan cuaca harian tidak selalu cerah. Kemungkinan hujan tetap ada. Keadaan cuaca ini sangat memengaruhi ketampakan Matahari. Keadaan cuaca yang dimaksud dapat saja berupa gangguan akibat hujan, mendung, atau pun awan yang dapat menghalangi ketampakan Matahari.

Sintesis yang merupakan penentuan arah kiblat dengan metode rashdul kiblat global bukannya tidak menghadapi kendala. Salah satu kendala yang sangat penting diperhatikan adalah tidak semua wilayah dapat menggunakan metode ini karena metode ini hanya dapat digunakan bagi wilayah-wilayah yang selisih waktunya tidak sampai 6 jam jika dilihat dari perbedaan garis Bujur. Selain itu, bagi daerah yang selisih lintangnya cukup jauh (terutama negara-negara di wilayah selatan) juga akan mengalami kesulitan menggunakan metode ini karena bisa jadi tinggi Matahari sangat rendah dan sedang mengalami musim yang dingin sehingga Matahari tidak tampak.

Kendala yang disebabkan letak astronomis seperti yang dipaparkan di atas dapat diatasi dengan mengembalikan persoalan

tersebut ke ranah sains. Maksudnya adalah teori yang diakui kesahihannya hingga saat ini adalah teori Bumi bulat sehingga dalam penentuan arah kiblat, penerapana formula Vincenty adalah satu-satunya solusi bagi wilayah yang jauh dari Kakbah. Penerapan rumus sgitiga bola tidak sesuai lagi dengan paradigma sains yang disepakati sehingga harus ditinggalkan. Penggunaannya dapat saja diterapkan untuk sekedar pembanding dengan Formula Vincenty.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Progres sains teori Bumi datar masih sangat rendah karena hanya menempuh dua tahap yaitu prasains dan sains normal. Selain itu, progress sains teori ini juga belum memberikan manfaat yang berarti dalam penentuan arah yang akurat seperti kepentingan penentuan arah kiblat. Sedangkan progres sains teori Bumi bulat telah menempuh tahapan-tahapan seluruh progres sains mulai dari prasains, sains normal, krisis-revolusi, dan sains normal baru. Hanya saja progress sains teori ini telah keluar dari permainan ilmiah dengan adanya bukti verifikasi foto Bumi yang menimbulkan konsekuensi yaitu (a) tidak lagi ilmiah menurut pandangan Popper dan Kuhn (b) *hoax* menurut pandangan penganut Bumi datar. Namun bagi pengikut positifisme (sains), bukti tersebut justru menjadi kekuatan dan pembuktian kebenaran teori. Teori-teori bentuk Bumi yang sedang bertarung hingga hari ini akan terus berlanjut sampai terjadi krisis yang menyebabkan teori-teori dianggap cacat oleh pengujian. Adapun pandangan Popper dan Kuhn tentang kebenaran sains yang bersifat sementara menguatkan bahwa peluang krisis teori-teori bentuk Bumi di masa mendatang dapat saja terjadi yaitu dengan melakukan pengujian untuk mengetahui

seberapa jauh teori mampu bertahan. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan adalah menguji ada tidaknya fenomena siang terus-menerus di lintang ekstrim kutub selatan. Selain itu, fenomena yang bertentangan dengan teori juga dapat memicu krisis misalnya jika suatu saat terjadi fenomena gerhana Bulan pada siang hari.

2. Adanya dialektika teori-teori bentuk Bumi dalam persoalan penentuan arah kiblat dapat dilihat dari adanya tesis yakni penentuan arah kiblat dengan paradigma Bumi bulat, antiteesis yakni penentuan arah kiblat dengan paradigma Bumi datar, dan sintesis yakni penentuan arah kiblat yang tidak bergantung dari bentuk Bumi yaitu pada saat rashdul kiblat global. Namun demikian, rashdul kiblat sebagai dialektika teori-teori bentuk Bumi dalam persoalan arah kiblat masih terbatas cakupannya untuk diterapkan bagi wilayah-wilayah yang jauh dari Kakbah. Kendala seperti ini dapat diatasi dengan mengembalikan persoalan tersebut ke ranah sains yaitu menggunakan teori Bumi bulat sehingga dalam penentuan arah kiblat, penerapana formula Vincenty adalah satu-satunya solusi bagi wilayah yang jauh dari Kakbah.

B. Saran

Adapun sebagai saran, sebaiknya kepada media-media Islam dapat menyiarkan siaran langsung saat terjadinya rashdul kiblat

global. Momen ini, selain menjadi momen syiar Islam, dapat menjadi media edukasi kepada masyarakat internasional sekaligus momen untuk melakukan pengujian (riset). Hal yang lebih penting adalah berkaitan dengan akurasi waktu saat rashdul kiblat global. Memaksimalkan penentuan dan pengecekan kembali arah kiblat dengan metode ini setidaknya mengurangi perbedaan pandangan tentang bentuk Bumi terkait dengan masalah penentuan arah kiblat.

Berkaitan dengan keterbatasan dari hasil penelitian ini yaitu cakupan rashdul kiblat yang sangat sulit diamati di wilayah timur Indonesia, disarankan agar dilakukan suatu riset lapangan menggunakan bantuan teleskop yang secara otomatis diprogram mengikuti pergerakan Matahari. Dengan riset ini, dapat diuji apakah di wilayah paling timur Indonesia masih dapat menggunakan metode rashdul kiblat global dengan posisi teleskop yang mengikuti pergerakan posisi Matahari sedangkan Matahari sudah di bawah horizon.

DAFTAR PUSTAKA

Sumber Buku:

- Adib, Muhammad. *Filsafat Ilmu: Ontologi, Epistemologi, Aksiologi, dan Logika Ilmu Pengetahuan, Cetakan kedua*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2011.
- Afrizal. *Metode Penelitian Kualitatif: Sebuah Upaya Mendukung Penggunaan Penelitian Kualitatif dalam Berbagai Disiplin Ilmu*, Cetakan ke-3. Jakarta: PT. RajaGrafindo, 2016.
- Ardian, J. dkk. *Benarkah Bumi Itu Datar? 100 Klaim Bukti Ilmiah Menurut Flat Earth Society dan Bantahannya*. Yogyakarta: Narasi, 2017.
- Bagus, Lorens. *Kamus Filsafat*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2005.
- Baihaqī, Ahmad bin al-Husain bin ‘Alī bin Mūsā al-Khusrowjirdī al-Khurāsānī Abū Bakr, *Al-Sunan al-Kubrā*, Beirut: Dār al-Kutub al-‘ilmyyah, 2003, Maktabah Syāmilah.
- Bāz, ‘Abdul ‘Azīz ibn. *Al-Adillah An-Naqliyyah Walhissiyyah ‘Alā Imkānishu’ūdi Ilalkawākibi Wa’alā Jaryānisysyamsi Walqamari Wasukūni Al-Ardhi*. Riyadh: Maktabah Ar-Riyādh Al-Hadīstah, Cetakan ke-dua, 1982.
- Carpenter, WM. *One Hundred Proofs That Earth is Not A Globe*. London: WM. Carpenter, 1885.
- Chalmers, A.F. *What is This Called Science?.* Glasgow: Bell & Bain Ltd., 1999.
- Dubay, Eric. *The Flat-Earth Conspiracy, -----, -----, 2014.*

- _____. *The Flat-Earth Conspiracy*, Penerjemah G. Indriani, ----
--: Bumi Media, 2014.
- Fatahillah, Ahmad Ghazali Muhammad. *Jāmi'u al- adillah IIā
Ma'rifati Samtu al-Qiblah*. Madura: Lafal, 2017.
- Hambali, Slamet. *Ilmu Falak Arah Kiblat Setiap Saat*. Yogyakarta:
Pustaka Ilmu, 2013.
- Hazm, Ibnu. *Al-Fashl fil Milal wal Ahwa wan Nihal*, Juz 2, 78,
Maktabah Syamilah.
- Heath, Thomas L. *Greek Astronomy*. New York: Dover Publication
Inc, 1991.
- Henry, John. *The Scientific Revolution And The Origins of Modern
Science*. London: Palgrave Macmillan, 2008.
- Iyaad, Abū. *Big Bang Cosmology And The Qur'ān (e-book)*.
Birmingham: -----, 2015.
- Jamil, A. *Ilmu Falak: Teori dan Aplikasi Arah Qiblat, Awal Waktu,
dan Awal Tahun Hisab Kontemporer*. Jakarta: Amzah, 2009.
- Kamaluddin, Husain. *Ta'yīnu Awāili Syuhūril 'Arabiyyah bi
Isti'mālil Hisābi, Cetakan ke-1*. Riyadh: Dār 'Akādz, 1979.
- Kementrian Agama RI, *Ephemeris Hisab Rukyat*, Jakarta:
Kementrian Agama RI, 2017.
- Khazin, Muhyiddin. *Ilmu Falak: dalam Teori dan Praktik*.
Yogyakarta: Buana Pustaka, 2004.
- Khoir, Tholkatul. *Epistemologi Ilmu Hudluri*. Yogyakarta: Pustaka
Pelajar, 2010.

- Kuhn, Thomas S.. *The Structure of Scientific Revolution, The Second Edition*. Chicago: The University of Chicago Press, 1970.
- Lubis, Akhyar Yusuf. *Filsafat Ilmu Klasik Hingga Kontemporer, Cct.ke-2*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2015.
- Mahalli, Jalaluddin, & Jalaluddin As-Suyuthi,. *Tafsir Jalalain*, Maktabah Syamilah.
- Maleong, Lexy J. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 1999.
- McGrew, Timothy *et.al. Philosophy of Science An Historical Anthology*. West Sussex United Kingdom: Wiley-Blackwell, 2009.
- Meeus, Jean. *Astronomical Algorithms, Edisi kedua*. Virginia: Wilmann-Bell Inc, 1998.
- Musonnif, Ahmad. *Ilmu Falak Metode Hisab Awal Waktu Shalat, Arah Kiblat, Hisab Urfi dan Hisab Hakiki Awal Bulan*, Yogyakarta: Teras, 2011.
- Naik, Zakir. *The Qur'ān and The Modern Science: Compatible and Incompatible?*. (-----: Islamic Research Foundation, -----), e-book diunduh dari <http://www.irf.net>.
- Nasoetion, Andi Hakim. *Pengantar ke Filsafat Sains*. Jakarta: PT. Pustaka Litera AntarNusa, 1999.
- Pederson, Olaf. *Early Physics and Astronomy: A Historical Introduction*. Denmark: Cambridge University Press, 1992.
- Popper, Karl R.. *Conjecture And Refutation: The Growth of Scientific Knowledge*. London, New York London, 1962.

- _____. *Logika Penemuan Ilmiah*, terj. Saut Pasaribu & Aji Sastrowardoyo. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2008.
- Ptolemy. *Ptolemy's Almagest*, trans. G.J. Toomer. New Jersey: Princeton University Press, 1984.
- Prastowo, Andi. *Memahami Metode-Metode Penelitian: Suatu Tinjauan Teoretis & Praktis, Cetakan ke-3*. Jakarta: Ar-Ruzz Media, 2016.
- Purwanto, Agus. *Pengantar Kosmologi*. Surabaya: ITS Press, 2009.
- Quinlan, John Edward. *The Earth A Plane*. London: Charlwood Place, 1906.
- Qurṭubi, Muhammad Ibn Ahmad Ibn Abi Bakr. *Al-Jamī'ul Ahkām al-Qur'ān, Juz 13*. Beirut: Ar-Resalah Publisher, 2006.
- Ramdan, Anton. *Islam dan Astonomi*. Jakarta: Bee Media Indonesia, 2009.
- Rietz, H. L. dkk. *Plane and Spherical Trigonometry*. New York: Macmillan Company, 1936.
- Rowbotham, Samuel Birley. *Earth Not a Globe*. London: ----, 1881.
- Said, Hakim Mohammed & Ansar Zahid Khan. *Al-Biruni: His Times, Life, and Works*. Pakistan: Hamdard Academy, 1981.
- Sarwono, Jonathan. *Mixed Methods Cara Menggabung Riset Kuantitatif dan Riset Kualitatif*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo, 2011.
- Schadewald, Robert J. *Worlds of Their Own: A Brief History of Misguided Ideas: Creationism, Flat-Earthism, Energy Schams,*

- And The Velikovsky Affair*. Bloomington: Xlibris Corporation, 2008.
- Scott, David Wardlaw. *Terra Firma: The Earth Not A Planet*. London: Simpxin, Marshall, Hamilton, Kent, & Co., Ltd., 1901.
- Smith, Albert. *The Sun Standing Still*. Leicerster: H. Banbury & Co. Printers, 1894.
- Smith, Peter Godfrey. *An Introduction To The Philosophy of Science: Theory and Reality*. Chicago: The University of Chicago Press, 2003.
- Strauss, Anselm & Corbin, Juliet. *Dasar-Dasar Penelitian Kualitatif: Prosedur, Teknik, dan Teori Grounde*. Surabaya: PT. Bina Ilmu, 1997.
- Taimiyah, Ibnu. *Majmu' al- Fatawa*, Juz 25, 195, Maktabah Syamilah.
- Ṭa'i, Muhammad Bāsil. *'Imu al-Falak Wa Attaqāwīm*. Beirut, Dār an-Nafāis, 2007.
- Tjasyono, Bayong. *Ilmu Kebumian dan Antariksa*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2009.
- Toulmin, Stephen & Googfield, June. *The Fabric of The Heavens The Development of Astronomy and Dynamics*. Chicago: The University of Chicago Press, 1999.
- Upe, Ambo & Damsid. *Asas-Asas Multiple Researches*. Yogyakarta: Tiara Wacana, 2010.
- Westfield, William. *Does The Earth Rotate? No!*. -----: William Westfield, 1919.

Zainal, Baharrudin. *Ilmu Falak*, Edisi kedua. Kuala Lumpur: Dawama, 2004.

Zed, Mestika. *Metode Penelitian K pustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia, 2008.

Sumber Jurnal:

Deurasch, Nurdeng. "Earth in The Holy Qur'an: How to Protect and Maintain It? Jurnal Hadhari Universiti Kebangsaan Malaysia, 2 (2), (2010): 73-88, ISSN 1985-6830, diakses 22 Mei 2018, <http://www.ukm.my/jhadhari>.

Holding, James Patrick. "Equivocal language in the geography of Genesis 1 and the Old Testament: a response to Paul H. Seely", CEN Technical Journal 14(3) (2000): 51-54, diakses 1 Februari 2018, https://creation.com/images/pdfs/tj/j14_3/j14_3_51-54.pdf.

Izzuddin, Ahmad. "Pemikiran Hisab Rukyah Klasik (Studi Atas Pemikiran Muhammad Mas Manshur al -Batawi), Jurnal Hukum Islam (JHI), Volume 13, Nomor 1, Juni (2015): 43, diakses tanggal 9 Januari 2018, <https://media.neliti.com/media/publications/201819-pemikiran-hisab-rukya-h-klasik-studi-atas.pdf>.

Khusurur, Misbah. "Perhitungan Arah Kiblat Akurasi Tinggi (Studi Analisis dengan Menggunakan Metode Vincenty)", Jurnal An-Nawa, Vol.8 (Januari-Juni), No.1, (2011): 1-22, diakses 22 Mei 2018, <http://ejournal.staiannawawi.com/index.php/An-Nawa/article/view/9>.

Komarudin, "Falsifikasi Karl Popper dan Kemungkinan Penerapannya dalam Keilmuan Islam", *Jurnal at-Taqqaddum*, Volume 6, Nomor 2, November (2014): 444-465, diakses 2 Maret 2018. DOI : [10.21580/at.v6i2.720](https://doi.org/10.21580/at.v6i2.720).

- Marwadi, “Aplikasi Teori Geodesi dalam Perhitungan Arah Kiblat: Studi untuk Kota Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, Kebumen”, *Jurnal al-Manahij*, Vol 8 No 2 (2014): 329-351, diakses 7 Maret 2018, DOI: <https://doi.org/10.24090/mnh.v8i2.2014>.
- Mothe, R.C.M. (2014), “Orbital Spin: A New Hypothesis to Explain Precession of Equinox-The Third Motion of Earth”, *International Journal of Astronomy and Astrophysics*, 4, 20-28. <http://dx.doi.org/10.4236/ijaa.2014.41004>.
- Nurkhalis, “Konsep Epistemologi Paradigma Thomas Kuhn”, *Jurnal Substantia*, Vol. 14, No. 2, Oktober (2012): 210-223, diakses 5 Maret 2018, <http://download.portalgaruda.org>
- Orman, Turkan Firinci. “Paradigm as a Central Concept in Thomas Kuhn’s Thought”. *International Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 6, No. 10; ISSN 2220-8488 (Print), 2221-0989 (Online October (2016): 47-52, diakses 8 Maret 2018, https://www.researchgate.net/publication/316550322_Paradigm_as_a_Central_Concept_in_Thomas_Kuhn's_Thought
- Putra, Afriadi. “Epistemologi Revolusi Ilmiah Thomas Kuhn dan Relevansinya bagi Studi Al-Quran”, *Jurnal Filsafat dan Pemikiran Islam: Refleksi Vol.15, No.1*, (2015): 1-15, diakses 18 Maret 2018, <http://ejournal.uin-suka.ac.id/ushuluddin/ref/article/view/1075/981>.
- Raharto, Moedji & Surya, Dede Jaenal Arifin. “Telaah Penentuan Arah Kiblat dengan Perhitungan Trigonometri Bola dan Bayang-Bayang Gnomon oleh Matahari”, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Volume 11 (1), Juni (2011): 23-29, diakses 6 Maret 2018, <https://anzdoc.com>.

- Salihuddin, Hafiz. "Creation of The Universe: A Religious and Scientific Study", *Journal "The Dialog"*, Volume VIII No. 2, (April-Juni 2013), 211-212, diakses 12 Mei 2018, <http://qurtuba.edu.pk/thedialogue>.
- Samekto, FX. Adji. "Menggugat Relasi Filsafat Positivisme dengan Ajaran Hukum Doktrinal", *Jurnal Dinamika Hukum* Vol.12 No.1, Januari (2012): 74-84, diakses 9 Maret 2018, DOI: <http://dx.doi.org/10.20884/1.jdh.2012.12.1.108>.
- Seely, Paul H. "The Firmament And The Water Above", *The Westminster Theological Journal* 53 (1991): 227-240, diakses 10 Januari 2018, https://faculty.gordon.edu/hu/bi/ted_hildebrandt/.../01.../seely-firmament-wtj.pdf.
- Shareef, Abdurrahim Khairullah Omar. "Aspects of Ancient Muslim Scholar's Induction Drawn from the Holy Quran in Proving Earth is Spherical", *Journal of Education and Practice*, ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (online) Vol.5, No.15, (2014): 210-219, diakses 18 Januari 2018, www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/viewFile/13388/13688.
- Terral, Mary. "Representing the Earth's Shape: The Polemics Surrounding Maupertuis's Expedition to Lapland." *Isis*, vol. 83, no. 2, (1992): 218-237, diakses 4 Februari 2018, DOI: <https://doi.org/10.1086/356111>.
- Wicaksono, Satrio dkk. "Analisis Spasial Arah Kiblat Kota Semarang". *Jurnal Geodesi Undip* Oktober 2016, Volume 5, Nomor 4, (2016): 225-232, ISSN: 2337-845X., diakses 20 Desember 2017, <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/13980>

Sumber Internet dan lain-lain:

Djamaluddin, Thomas. *Jawaban Atas Pertanyaan Penggemar Dongeng FE – Bumi Datar – (Serial 1)*, <https://tdjamaluddin.wordpress.com>, yang diakses tanggal 22 November 2017.

Darling, Boss. “Gerakan Nasional Menghitung Jarak Matahari Versi Bumi Datar dan Bumi Globe 23 September 2017”, Press Release FE101 Community 21 September 2017.

Dubay, Eric. “The History of Flat Earth”, diakses 13 Mei 2018, <http://www.ericdubay.com>

Eowyn, “Photo Shopped CGI Earth”, diakses 27 November 2017, <https://aplanetruth.info/2017/06/28/photo-shopped-cgi-earth/>.

Halted, Storms. “Al-Biruni's Classic Experiment: How to Calculate the Radius of the Earth ”, diakses 12 Mei 2018, <https://owlcation.com/stem/How-to-Determin-the-Radius-of-the-Earth-Al-Birunis-Classic-Experiment>.

Haroon, K. “The Solar System”, diakses 24 Maret 2018, <https://www.theairlinepilots.com/forum/viewtopic.php?t=694>

Izzuddin, Ahmad. “Kajian terhadap Metode-Metode Penentuan Arah Kiblat dan Akurasinya”, (Desertasi), Pascasarjana UIN Walisongo Semarang, 2011.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (online) <http://kbbi.kata.web.id>

Leys, Jos. *The shape of Planet Earth*, <http://www.josleys.com>, diakses tanggal 20 September 2017.

Magrane, G. *et al*, “The Flat-Earth/Round Earth Controversy”, diakses 8 Desember 2017, <http://www.indiana.edu>.

Nag, Oishimaya Sen. “The World's Southernmost Cities And Other Settlements”, diakses 24 Maret 2018, <https://www.worldatlas.com/articles/the-southernmost-cities-and-other-settlements-of-the-world.html>.

NASA, *Earth as Viewed from 10.000 Miles*, <https://www.nasa.gov/image-feature/earth-as-viewed-from-10000-miles>, diakses tanggal 13 November 2017.

_____, *Earth in Full View From Apollo 17*, https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_329.html, diakses tanggal 13 November 2017.

_____, *First Pictures of Earth From 100 Miles in Space, 1947*, https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1298.html, diakses tanggal 13 November 2017.

_____, *May 18, 1969-Apollo 10 View of The Earth*, <https://www.nasa.gov/image-feature/may-18-1969-apollo-10-view-of-the-earth>, diakses tanggal 13 November 2017.

_____, *New Weather Satellite Sends First Images of Earth*, <https://www.nasa.gov/image-feature/new-weather-satellite-sends-first-images-of-earth>, diakses tanggal 13 November 2017.

Schwartz, Randy. “Al-qibla and the New Spherical Trigonometry: The Examples of al-Bīrūnī and al-Marrākushī”, Paper presented at Tenth Maghrebian Colloquium on the History of Arabic Mathematics (COMHISMA10), Tunis, Tunisia, May 31, 2010, diakses 10 Maret 2018, <https://www.researchgate.net/publication/270903758>.

Simanek, Donald E. “The Flat Earth”. Diakses tanggal 12 Februari 2018, <https://www.lockhaven.edu/dsimanek/flat/flart.htm>

Skullsinthestars, “1891: Chandler Finds a Wobble”, , diakses pada tanggal 11 Februari 2018,

<https://skullsinthestars.com/2017/11/24/1891-chandler-finds-a-wobble/>.

Smith, Jim R. "The Meridian Arc Measurement in Peru 1735-1745". International Institution for History of Surveying & Measurement, FIG XXII International Congress, Washington, April (2002): 1-12, diakses 8 Januari 2018, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig_2002/Hs4/HS4_smith.pdf.

Unat, Yavuz. "Alfraganus and The Elements of Astronomy", Makalah dipublikasikan oleh Foundation for Science Technology and Civilisation, Edisi 2007, diakses tanggal 29 Juni 2018, www.muslimheritage.com/uploads/Alfraganus2.pdf

Vincenty, T. "Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid Application of Nested Equations", Survey Review XXII. 176, April 1975.

Woebecke, Carl. "Plato and Aristotle: History of Astrology", diakses pada tanggal 4 Februari 2017, <http://www.myastronomybook.com/Plato-Aristotle-history-of-astrology.htm>.

Wikipedia, "Karl Popper", diakses tanggal 10 Maret 2018, https://id.wikipedia.org/wiki/Karl_Popper.

_____, "Thomas Kuhn", diakses tanggal 10 Maret 2018. https://id.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn.

_____, "Stellar Parallax", diakses 20 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_parallax/media/File:ParallaxV2.png.

_____, "Charles K. Johnson", diakses tanggal 10 Februari 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_K._Johnson.

_____, “History of Trigonometry”, diakses pada tanggal 11 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_trigonometry.

_____, “Pendulum”, diakses tanggal 23 Februari 2018, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum>.

_____, “Vincenty’s Formulae”. Diakses tanggal 7 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty%27s_formulae 1/.

_____, “Lunar Eclipse”, Diakses 24 Maret 2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_eclipse.

Lampiran 1. Perhitungan Arah Kiblat Menggunakan Formula Vincenty dan Segitiga Bola untuk Markaz Masjid Agung Jawa Tengah (MAJT)

Mencari L1:

Unsur Diketahui		derajat	Menit	detik	Derajat	Phi	Radian	Derajat
Lintang Kakbah		21	25	21.04	21.42251111	3.141592654	0.373893353	21.42251111
Bujur Kakbah		39	49	34.33	39.82620278	3.141592654	0.695098367	39.82620278
Lintang Tempat		-6	-58	59.72	6.983255556	3.141592654	0.121880802	-6.983255556
Bujur Tempat		110	26	46.19	110.4461639	3.141592654	1.927649206	110.4461639
L0						3.141592654	1.232550839	70.61996111
sinL0	0.943338321							
cos L0	0.331832505							
A	6378137							
F	0.003352810665							
B	6356752.314							
U1						3.141592654	0.372752858	21.35716557
U2						3.141592654	0.121476174	-6.960072057
Cos U1	0.931328338							
Sin U1	0.364180623							
Cos U2	0.992630838							
sin U2	-0.121177634							
cos sigma = sin U1 sin U2 + cos U1 cos				=	0.262637066			

U2 cos L0							
sin sigma = akar dari ((cosU2 sinL0)kuadrat +(cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL0)kuadrat)				=	akar dari (A kuadrat + B kuadrat)		
A = cos U2 sinL0	0.936386709						
A kuadrat	0.876820068						
B = cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL0	-0.232812592						
B kuadrat	0.054201703						
sin sigma =	0.964894694						
sigma = Arc tan (sin sigma/cos sigma)							
sigma =	1.305042127				3.141592654		74.77340595
sin alpha = cos U1 cos U2 sin L0/sin sigma							
sin alpha =	0.903812076						
cos kuadrat alpha = 1 - sin kuadrat alpha							
cos kuadrat alpha =	0.183123731						
cos 2sigmam = cos sigma - (2sinU1 sinU2/cos kuadrat alpha)							
cos 2sigmam =	0.744612245						
C = (f/16) cos kuadrat alpha [4+f(4-3cos kuadrat alpha)]							
C =	0.000153939						
L1 = L0+(1-C) f sin alpha (sigma + C sin sigma (cos 2sigmam + C cos sigma (-1 + 2 cos kuadrat 2sigmam)))							
(1-C) f sin alpha	0.003029844						
C sin sigma	0.000148535						

C cos sigma	4.043E-05							
min 1 + 2 cos kuadrat 2sigmam	0.108894791							
L0 =	70.61996111							
L1=	70.84651322							
Selisih L = L1-L0	0.226552112							

Mencari L2:

L1						3.141592654	1.236504919	70.84651322
sinL1	0.944643036							
cos L1	0.328099885							
A	6378137							
F	0.003352810665							
B	6356752.314							
U1						3.141592654	0.372752858	21.35716557
U2						3.141592654	0.121476174	-6.960072057
Cos U1	0.931328338							
Sin U1	0.364180623							
Cos U2	0.992630838							
sin U2	-0.121177634							
cos sigma = sin U1 sin U2 + cos U1 cos U2 cos L1	=					0.259186389		
sin sigma = akar dari ((cosU2 sinL1)kuadrat +(cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL0)kuadrat)	=						akar dari (A kuadrat + B kuadrat)	

A = cos U2 sinL1	0.937681809						
A kuadrat	0.879247174						
B = cosU1 sinU2- sinU1 cos U2 cosL0	-0.231463262						
B kuadrat	0.053575242						
sin sigma =	0.965827322						
sigma = Arc tan (sin sigma/cos sigma)							
sigma =	1.308616617				3.141592654		74.97820915
sin alpha = cos U1 cos U2 sin L1/sin sigma							
sin alpha =	0.904188172						
cos kuadrat alpha = 1 - sin kuadrat alpha							
cos kuadrat alpha =	0.18244375						
cos 2sigmam = cos sigma - (2sinU1 sinU2/cos kuadrat alpha)							
cos 2sigmam =	0.742957923						
C = (f/16) cos kuadrat alpha [4+f(4-3cos kuadrat alpha)]							
C =	0.00015336740756						
L2 = L0+(1-C) f sin alpha (sigma + C sin sigma (cos 2sigmam + C cos sigma (-1 + 2 cos kuadrat 2sigmam)))							
(1-C) f sin alpha	0.0030311068015						
C sin sigma	0.0001481264325						
C cos sigma	3.97507446E-05						
min 1 + 2 cos kuadrat 2sigmam	0.103972952						

L0	70.61996111							70.61996111
L2=	7.08472284E+01							7.08472284E+01
Selisih = L2-L1								7.15181405E-04

Mencari L3:

L2						3.141592654	1.236517402	70.8472284
sinL2	0.944647131							
cos L2	0.328088094							
A	6378137							
F	0.00335281066500							
B	6356752.314							
U1						3.141592654	0.372752858	21.35716557
U2						3.141592654	0.121476174	-6.960072057
Cos U1	0.931328338							
Sin U1	0.364180623							
Cos U2	0.992630838							
sin U2	-0.121177634							
cos sigma = sin U1 sin U2 + cos U1 cos U2								
cos L2			=		0.259175489			
sin sigma = akar dari ((cosU2 sinL2)kuadrat +(cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL2)kuadrat)					=		akar dari (A kuadrat + B kuadrat)	
A = cos U2 sinL2	0.937685874							
A kuadrat	0.879254798							

$B = \cos U_1 \sin U_2 - \sin U_1 \cos U_2 \cos L_0$	-0.231458999							
B kuadrat	0.053573268							
sin sigma =	0.965830247							
sigma = Arc tan (sin sigma/cos sigma)								
sigma =	1.308627903					3.141592654		74.97885581
sin alpha = cos U1 cos U2 sin L2/sin sigma								
sin alpha =	0.904189353							
cos kuadrat alpha = 1 - sin kuadrat alpha								
cos kuadrat alpha =	0.182441613							
cos 2sigmam = cos sigma - (2sinU1 sinU2/cos kuadrat alpha)								
cos 2sigmam =	0.742952688							
C = (f/16) cos kuadrat alpha [4+f(4-3cos kuadrat alpha)]								
C =	0.00015336561237							
L3 = L0+(1-C) f sin alpha (sigma + C sin sigma (cos 2sigmam + C cos sigma (-1 + 2 cos kuadrat 2sigmam)))								
(1-C) f sin alpha	0.0030311107676							
C sin sigma	0.0001481251473							
C cos sigma	3.97486075E-05							
min 1 + 2 cos kuadrat 2sigmam	0.103957393							
L0	70.61996111							70.61996111
L3=	7.08472307E+01							7.08472307E+01

Selisih = L3-L2								2.25745566E-06
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	----------------

Mencari L4:

L3						3.141592654	1.236517441	70.84723066
sinL3	0.944647144							
cos L3	0.328088057							
A	6378137							
F	0.00335281066500							
B	6356752.314							
U1						3.141592654	0.372752858	21.35716557
U2						3.141592654	0.121476174	-6.960072057
Cos U1	0.931328338							
Sin U1	0.364180623							
Cos U2	0.992630838							
sin U2	-0.121177634							
cos sigma = sin U1 sin U2 + cos U1 cos U2 cos L3					=	0.259175454		
sin sigma = akar dari ((cosU2 sinL3)kuadrat +(cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL3)kuadrat)					=		akar dari (A kuadrat + B kuadrat)	
A = cos U2 sinL2	0.937685887							
A kuadrat	0.879254822							
B = cosU1 sinU2- sinU1 cos U2 cosL0	-0.231458986							
B kuadrat	0.053573262							

sin sigma =	0.965830256							
sigma = Arc tan (sin sigma/cos sigma)								
sigma =	1.308627939					3.141592654		74.97885785
sin alpha = cos U1 cos U2 sin L0/sin sigma								
sin alpha =	0.904189357							
cos kuadrat alpha = 1 - sin kuadrat alpha								
cos kuadrat alpha =	0.182441607							
cos 2sigmam = cos sigma - (2sinU1 sinU2/cos kuadrat alpha)								
cos 2sigmam =	0.742952671							
C = (f/16) cos kuadrat alpha [4+f(4-3cos kuadrat alpha)]								
C =	0.00015336560670							
L4 = L0+(1-C) f sin alpha (sigma + C sin sigma (cos 2sigmam + C cos sigma (-1 + 2 cos kuadrat 2sigmam)))								
(1-C) f sin alpha	0.0030311107801							
C sin sigma	0.0001481251432							
C cos sigma	3.97486008E-05							
min 1 + 2 cos kuadrat 2sigmam	0.103957344							
L0	70.61996111							70.61996111
L4=	7.08472307E+01							7.08472307E+01
Selisih = L4-L3								7.12560677E-09

Mencari L5:

L4						3.141592654	1.236517441	70.84723067
sinL4	0.944647144							
cos L4	0.328088057							
A	6378137							
F	0.00335281066500							
B	6356752.314							
U1						3.141592654	0.372752858	21.35716557
U2						3.141592654	0.121476174	-6.960072057
Cos U1	0.931328338							
Sin U1	0.364180623							
Cos U2	0.992630838							
sin U2	-0.121177634							
cos sigma = sin U1 sin U2 + cos U1 cos U2 cos L4				=		0.259175454		
sin sigma = akar dari ((cosU2 sinL4)kuadrat +(cosU1 sinU2-sinU1 cos U2 cosL4)kuadrat)					=	akar dari (A kuadrat + B kuadrat)		
A = cos U2 sinL2	0.937685887							
A kuadrat	0.879254822							
B = cosU1 sinU2- sinU1 cos U2 cosL0	-0.231458986							
B kuadrat	0.053573262							
sin sigma =	0.965830256							

$\sigma = \text{Arc tan} (\sin \sigma / \cos \sigma)$								
$\sigma =$	1.308627939					3.141592654	74.97885786	
$\sin \alpha = \cos U1 \cos U2 \sin L4 / \sin \sigma$								
$\sin \alpha =$	0.904189357							
$\cos \text{kuadrat } \alpha = 1 - \sin \text{kuadrat } \alpha$								
$\cos \text{kuadrat } \alpha =$	0.182441607							
$\cos 2\sigma = \cos \sigma - (2\sin U1 \sin U2 / \cos \text{kuadrat } \alpha)$								
$\cos 2\sigma =$	0.742952671							
$C = (f/16) \cos \text{kuadrat } \alpha [4 + f(4 - 3\cos \text{kuadrat } \alpha)]$								
$C =$	0.00015336560668							
$L5 = L0 + (1-C) f \sin \alpha (\sigma + C \sin \sigma (\cos 2\sigma + C \cos \sigma (-1 + 2 \cos \text{kuadrat } 2\sigma)))$								
$(1-C) f \sin \alpha$	0.0030311107801							
$C \sin \sigma$	0.0001481251432							
$C \cos \sigma$	3.97486008E-05							
$\min 1 + 2 \cos \text{kuadrat } 2\sigma$	0.103957344							
$L0$	70.61996111						70.61996111	
$L5 =$	7.08472307E+01					3.141592654	1.236517441	7.08472307E+01
$\text{Selisih} = L5 - L4$								2.24957830E-11

(Beberapa praktisi membatasi iterasi nilai L misalnya dengan 3 kali atau 4 kali iterasi. Pada contoh perhitungan ini, penulis membatasi nilai L sampai pada 4 kali iterasi. Ini disesuaikan dengan ketelitian yang diinginkan)

Perhitungan Azimuth Kiblat Metode Vincenty 4 kali iterasi			
x =	cos U1 sin U2 cos L5 - sin U1 cos U2		
y =	cos U1 sin L5		
Unsur yang diketahui:			
L5	1.236517441		
cos L5	0.328088057		
sin L5	0.944647144		
cos U1	0.931328338		
sin U1	0.364180623		
cos U2	0.992630838		
sin U2	-0.121177634		
Phi	3.141592654		
Hitung :			
X	-0.39852367723147		
Y	0.879776655		
Alpha 2 = ATAN (y/x)	-1.145464687	Radian	
	-65.63029214	derajat di kuadran 2	
	294.3697079	(NilaiAzimuth Kiblat)	
	294	Derajat	
	22.18247145		

	22	Menit	
	10.94828677		
	10	Detik	
Jadi Arah Kiblat ybs	294 derajat	22 menit	10 detik

Sedangkan dengan menggunakan rumus segitiga bola, perhitungannya adalah sebagai berikut.

Unsur Diketahui		Derajat	menit	Detik	derajat	Phi	Radian	Derajat
Lintang Kakbah		21	25	21.04	21.42251111	3.141592654	0.373893353	21.42251111
Bujur Kakbah		39	49	34.33	39.82620278	3.141592654	0.695098367	39.82620278
Lintang Tempat		-6	-58	-59.72	-6.983255556	3.141592654	-0.121880802	-6.983255556
Bujur Tempat		110	26	46.19	110.4461639	3.141592654	1.927649206	110.4461639
a = 90 - lintang tempat		96.9832556	derajat			3.141592654	1.692677129	
b = 90 - lintang kakbah		68.5774889	derajat			3.141592654	1.196902974	
C = bujur tempat - bujur kakbah		70.6199611	derajat			3.141592654	1.232550839	
Rumus Arah Kiblat: $\cotan B = \cot b \sin a : \sin C - \cos a \cotan C$								
cot b	0.392349019							
sin a	0.992581725							

sin C	0.943338321							
cos a	-0.12157927							
cotan C	0.351764046							
cotan B	0.455597329							
tan B	2.19492068							
Sudut B	1.14329742	Radian						
	65.50611688	Derajat						
Azimut	294.4938831	Derajat						
	294	Derajat						
	29.6329869							
	29	Menit						
	37.97921418							
	37	Detik						

Dari hasil perhitungan dua metode, diketahui bahwa selisih perhitungannya untuk arah kiblat dengan markaz MAJT sangatlah kecil yaitu $0^{\circ} 07' 27''$.

LAMPIRAN 2. BIODATA PENULIS

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Reza Akbar
 2. Tempat & Tanggal Lahir : Sekura, 21 Juni 1985
 3. Alamat Rumah : Jalan Raya Rambli Komplek
Perumahan Adenia I Blok A No.4,
Desa Saing Rambli, Kecamatan
Sambas, Kalimantan Barat.
- HP : 081254504942
E-mail : reza_akbar34@yahoo.com

B. Riwayat Pendidikan

- a. SD : SDN 1 Teluk Keramat (Tahun Lulus: 1997)
- b. SMP : SMPN 01 Teluk Keramat (Tahun Lulus: 2000)
- c. SMA : SMAN 01 Teluk Keramat (Tahun Lulus: 2003)
- d. PERGURUAN TINGGI : Sarjana (S1) Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Tanjungpura Pontianak (Tahun Lulus: 2009)

C. Prestasi

Juara 3 Lomba Menulis Essai Nasional yang berjudul *Arah Pengelolaan Lingkungan yang Berkelanjutan di Indonesia* dalam Rangka Dies Natalis Universitas Brawijaya ke-55 dan Pascasarjana Universitas Brawijaya ke-36 Tahun 2018.

D. Karya Ilmiah

- a. Artikel berjudul Perhitungan Data Ephemeris Koordinat Matahari Menggunakan Algoritma Jean Meeus *Higher Accuracy* dan Keterkaitannya dengan Pengembangan Ilmu Falak, dimuat di Jurnal Ilmiah ISLAM FUTURA Vol. 16. No. 2, Februari 2017
- b. Artikel berjudul Sejarah Perkembangan Ilmu Falak dalam Peradaban India dan Keterkaitannya dengan Islam, dimuat di Jurnal Ilmiah ISLAM FUTURA, Vol. 17. No. 1, Agustus 2017.

Semarang, 1 Juli 2018

Reza Akbar
NIM: 1600028012