

## **BAB II**

### **PENENTUAN UTARA SEJATI**

#### **A. Utara Sejati**

##### **1. Pengertian utara sejati**

Arah ke Kutub Utara dari titik mana pun yang ada di permukaan Bumi disebut utara, tetapi bisa juga menyebutnya dengan istilah arah utara. Mencari arah utara bisa dilakukan dengan kompas, namun harus diperhatikan bahwa jarum kompas hanya menunjuk ke Kutub Utara magnet bukan Kutub Utara geografik (Neufeldt, *ed*, 1995: 971).

Utara sejati (*true north*) atau utara geografik (*geographic north*) adalah utara yang berimpit dengan garis meridian, dan menunjuk ke Kutub Utara geografik yang dilalui sumbu Bumi. Utara geografik diberi label *true north* atau TN, atau terkadang ditandai dengan panah berujung bintang pada beberapa peta (Meliton, 1987:59).

*True north* adalah titik mana pun di atas Bumi ke Kutub Utara. Hal ini dikarenakan Kutub Utara dan Kutub Selatan menunjuk dengan tepat sumbu rotasi Bumi (Keller, 2001: 113). Oleh karena itu *true north* diartikan sebagai utara berdasarkan sumbu Bumi, bukan utara magnet (Hornby, 1995:1280).

Meridian selalu berada pada arah utara-selatan sejati yaitu, selalu menunjuk ke Kutub Utara atau Kutub Selatan. Kebiasaan peta topografi, simbol di sebuah margin menunjukkan utara sejati ; hubungan antara utara sejati dengan utara magnet dan utara grid. Utara sejati adalah arah menuju Kutub Utara. Simbol ini ditandai dengan garis yang memiliki bintang di ujungnya. Utara magnet adalah arah utara dari jarum kompas magnetik. Simbol mengenai hal itu ditandai dengan notasi MN. Kutub magnet tidak

bertepatan dengan kutub utara dan selatan sejati. Utara magnetik berbeda dengan utara sejati kecuali pada meridian yang melewati kutub magnet utara (Zumberge, 2007: 71).

Di dalam peta topografi garis ketiga pada simbol marjinal mewakili utara grid. Simbol itu ditandai dengan notasi GN. Grid yang dimaksud di sini adalah *Universal Transverse Mercator System* ( UTM ), yaitu sistem *overlay* yang digunakan oleh *National Geospatial Intelligence Agency* ( NGIA ) untuk membagi seluruh Bumi menjadi 60 sektor, berjalan dari 84° Lintang Utara sampai 80° Selatan, dan masing-masing lebarnya 6° (Zumberge, 2007: 71).

Dari uraian di atas bisa diringkas bahwasanya terdapat 3 arah utara yang sering digunakan dalam peta, yaitu:

1. utara magnetik, yaitu utara yang menunjukkan kutub magnetik.
2. utara sejati (utara geografik), merupakan utara arah meridian.
3. utara grid, yaitu utara yang berupa garis tegak lurus pada garis horizontal di peta.

Admiranto (2009: 19) menambahkan bahwa ketiga macam arah utara ini dapat berbeda pada setiap tempat. Perbedaan ketiga arah utara ini perlu diketahui sehingga tidak terjadi kesalahan dalam pembacaan arah pada peta.

## **2. Cara-cara menentukan utara sejati**

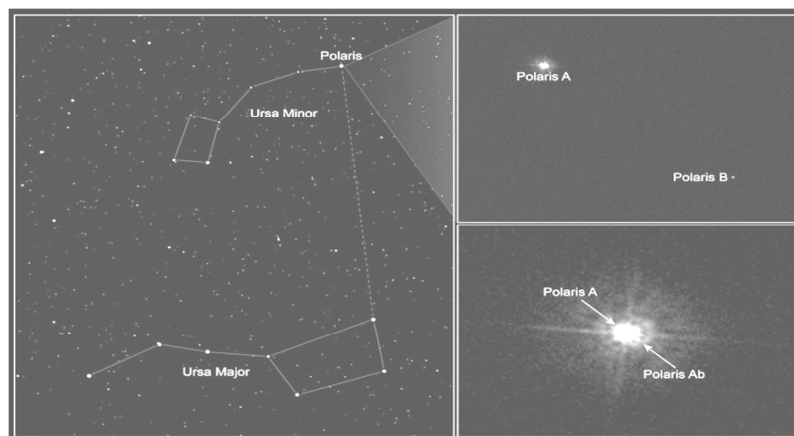
Penentuan utara sejati dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti melihat rasi bintang; memanfaatkan bayang-bayang Matahari; menggunakan peralatan seperti kompas, GPS dan theodolite. Berikut ini penjelasan

mengenai beberapa media yang dapat digunakan untuk menentukan arah utara geografik.

### 1. Rasi bintang

Rasi bintang adalah sekumpulan bintang yang mempunyai bentuk hampir sama serta kelihatan berdekatan antara satu sama lain (Hambali, 2011: 227). Orang terdahulu telah menetapkan rasi bintang yang mengikuti bentuk, seperti binatang atau benda-benda. Bentuk tersebut bisa menunjukkan arah mata angin, yang diantara fungsinya untuk menentukan utara sejati (Hambali, 2011: 228).

Di antara rasi bintang yang dapat menunjukkan utara sejati adalah rasi bintang *ursa major* dan *ursa minor*, yang biasa dikenal dengan bintang kutub atau polaris. Orang jawa menyebutnya dengan *gubuk penceng*. Cara mencari arah utara dapat dilakukan dengan menarik garis dari tubuh rasi *ursa major* ke ujung ekor dari rasi *ursa minor*. Garis yang dibentuk itulah arah utara (Hambali, 2011: 228).



Gambar 2.1 Rasi *ursa major* dan rasi *ursa minor*

Sumber: [www.constellation-guide.com](http://www.constellation-guide.com)

Selanjutnya arah timur, selatan, dan barat dapat ditentukan dengan membuat garis perpotongan, sehingga membentuk sudut siku-siku dengan garis utara-selatan yang telah ditentukan (Hambali, 2011: 229).

## 2. Bayang-bayang Matahari

Penentuan *true north* dengan bayang-bayang Matahari merupakan cara yang dianggap akurat. Biasanya tongkat / tongkat *istiwa'* digunakan sebagai alat bantu untuk mencari utara sejati dengan metode bayang-bayang Matahari ini.

Tongkat *istiwa'* yaitu tongkat biasa yang ditancapkan tegak lurus pada bidang datar di tempat terbuka, yaitu sinar Matahari tidak terhalang. Kegunaannya untuk menentukan arah secara tepat dengan menghubungkan dua titik ujung bayangan tongkat setelah Matahari bergeser ke barat (jarak kedua titik ke tongkat harus sama). Pada saat itulah arah tepat untuk titik barat. Kegunaan lainnya adalah untuk mengetahui secara persis waktu zuhur, tinggi Matahari, dan menentukan arah kiblat setelah menghitung arah barat (Azhari, 2008: 105).

Untuk mendapatkan utara sejati dengan bayang-bayang Matahari, biasanya diadakan pengukuran bayang-bayang Matahari dengan tongkat / tongkat *istiwa'* sebelum dan sesudah *zawal*. Langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut (Khazin, 2006: 14-15):

1. Memilih tempat yang rata, datar, dan terbuka.
2. Membuat sebuah lingkaran di tempat itu dengan jari-jari 0,5 meter.
3. Menancapkan sebuah tongkat lurus dengan tinggi sekitar 1,5 meter tegak lurus tepat di tengah lingkaran itu.

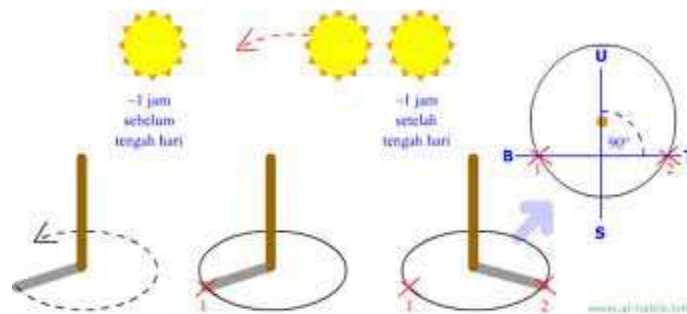
4. Memberi tanda, semisal B karena menjadi simbol barat, pada titik perpotongan antara bayangan ujung tongkat dengan garis lingkaran. Pemberian tanda tersebut dilakukan sebelum dluhur.

5. Memberi tanda, semisal T karena menjadi simbol timur, pada titik perpotongan antara bayangan ujung tongkat dengan garis lingkaran sebelah timur. Pemberian titik T tersebut dilakukan setelah dluhur.

6. Menghubungkan titik B dan titik T tersebut dengan garis lurus atau benang.

7. Dua titik tersebut menunjukkan arah barat dan timur sejati.

8. Arah Utara-Selatan Sejati dapat diperoleh dengan memotong garis Timur-Barat tepat 90 derajat menggunakan penggaris siku-siku



Gambar 2.2 Penentuan utara sejati dengan tongkat

No 1 adalah bayang Matahari sebelum pukul 12. Dan no 2 adalah bayang Matahari setelah pukul 12. Tarik garis no 1 ke no 2, no 1 adalah barat, sedang no 2 adalah timur. Arah utara dan selatan dapat diperoleh dengan memotong garis timur dan barat tepat 90° dengan menggunakan penggaris siku (Hollander, 1951: 8-9).

### 3. Kompas

Alat bantu paling mudah untuk menentukan arah utara adalah kompas, tetapi perlu diketahui bahwa dengan menggunakan kompas saja kesalahan

yang mungkin terjadi masih cukup besar. Sebagai benda magnet, jarum kompas dapat dipengaruhi oleh benda logam di sekitarnya yang mempunyai sifat kemagnetan pula sehingga penunjukannya dapat menyimpang (Departemen Agama RI., 1994: 23).

Selain itu, arah kutub magnet Bumi tidak berimpit dengan arah Kutub Utara geografik. Sifat kemagnetan Bumi juga mengalami perubahan-perubahan yang disebabkan oleh pengaruh susunan lapisan di dalam Bumi maupun disebabkan pengaruh dari luar Bumi, misalnya aktivitas Matahari (Departemen Agama RI., 1994: 23). Untuk mendapatkan arah utara geografik ketika menggunakan kompas, dibutuhkan koreksi deklinasi kompas terhadap arah jarum kompas (Khazin, 2005: 60).

#### 4. Theodolite

Theodolite adalah alat yang digunakan untuk menentukan tinggi dan azimuth suatu benda langit. Alat ini mempunyai dua sumbu yaitu sumbu vertikal untuk melihat skala ketinggian benda langit dan sumbu horizontal untuk melihat skala azimuthnya sehingga teropong yang digunakan untuk mengincar benda langit dapat bebas bergerak ke semua arah (Azhari, 2008:216).

Untuk menjadikan bagian vertikal atau *altitude* akurat, maka kedudukan alat saat kalibrasi harus benar-benar datar. *Pointing* terhadap titik utara biasanya dilakukan dengan mengarahkan theodolite ke Matahari. Kemudian penghitungan *azimuth* dilakukan saat itu, selanjutnya dikomparasikan dengan nilai utara sejati yang telah dihitung (Hambali, 2011: 232).

Untuk mendapatkan utara sejati dengan theodolite, yang harus dilakukan adalah:

1. Mempersiapkan hasil hisab yang berkaitan dengan Matahari pada saat pengukuran yang meliputi sudut waktu, tinggi Matahari, arah Matahari dan azimuth Matahari (Hambali, 2013: 63).

2. Memasang baterai yang masih bagus pada theodolite (Hambali, 2013: 63).

3. Memasang theodolite dalam posisi yang benar-benar tegak lurus ke segala arah dengan memperhatikan water pass yang ada padanya (Hambali, 2013: 63).

4. Membidik Matahari dengan mendasarkan pada tinggi Matahari. Setelah Matahari terbidik, gerak horizontal dikunci kemudian di "0" set. Pembidikan harus sesuai dengan waktu yang diperhitungkan atau waktu pembidikan menjadi acuan untuk menghitung arah Matahari dan azimuth Matahari (Hambali, 2013: 64).

5. Lepas kunci, putar sesuai bilangan titik utara, kemudian kunci dan nolkan. Theodolite sudah mengarah ke titik utara sejati (Hambali, 2011:211).  
Utara sejati =  $360^\circ - \text{azimuth Matahari}$ .

Perlu diperhatikan bahwa jam yang digunakan untuk acuan pengukuran harus akurat. Untuk memperoleh jam yang akurat dapat melalui :

- a. *Global Positioning System (GPS)*
- b. Radio Republik Indonesia (RRI)
- c. Telepon rumah dengan menelpon 103. Untuk telepon seluler dapat menelpon 301 (khusus operator telkomsel).

d. Internet

## 5. GPS

GPS, singkatan dari *Global Positioning System* (Sistem Pencari Posisi Global), adalah suatu jaringan satelit yang secara terus menerus memancarkan sinyal radio dengan frekuensi yang sangat rendah. Alat penerima GPS secara pasif menerima sinyal ini, dengan syarat bahwa pandangan ke langit tidak boleh terhalang, sehingga biasanya alat ini hanya bekerja di ruang terbuka. Satelit GPS bekerja pada referensi waktu yang sangat teliti dan memancarkan data yang menunjukkan lokasi dan waktu pada saat itu. Operasi dari seluruh satelit GPS yang ada disinkronkan sehingga memancarkan sinyal yang sama. Alat penerima GPS akan bekerja jika menerima sinyal dari sedikitnya 4 buah satelit GPS sehingga posisinya dalam tiga dimensi bisa dihitung (Puntodewo, 2003: 31).

Sebetulnya GPS adalah suatu sistem yang dapat membantu kita mengetahui posisi koordinat di mana kita berada. Sedangkan untuk mendapatkan sinyal yang dipancarkan oleh GPS kita membutuhkan suatu alat yang dapat membaca sinyal tersebut. GPS yang biasa disebut banyak orang, sebenarnya merupakan alat penerima GPS (*GPS receiver*) (Puntodewo, 2003: 32).

Cara menentukan arah utara dengan GPS sangat mudah sekali, karena pada prinsipnya arah utara yang ditunjukkan GPS hampir sama dengan kompas. Hanya saja kompas pada GPS bersifat digital. Untuk menentukan arah utara pada GPS, misalnya dengan *Garmin GPS map CSX*, dapat dilakukan cara-cara berikut ini :



- a. Menghidupkan GPS dengan menekan tombol *power*.
- b. Menekan tombol *quit* tiga kali. Setelah menekan pertama tampilan yang muncul adalah *menu utama*. Setelah menekan kedua tampilan yang muncul adalah *Altimeter*. Setelah menekan ketiga tampilan yang muncul adalah *kompas*.
- c. Mengarahkan huruf N ke garis panjang yang mengarah ke tengah. Setelah garis tersebut sesuai dengan arah yang di depan, maka arah tersebut adalah utara.

Perlu diperhatikan bahwa arah yang ditunjukkan kompas pada GPS bukanlah utara sejati. Hal ini ditulis di dalam buku petunjuknya agar menjauhkan GPS pada saat pengukuran dari benda-benda yang menarik kompas, seperti mobil, atau bangunan. Oleh karena itu arah yang ditunjukkan kompas GPS perlu di koreksi lebih lanjut.

### 3. Utara sejati dalam Penentuan Arah Kiblat

Menghadap arah kiblat merupakan salah satu syarat sah salat berdasarkan dalil syar'i Al-Qur'an dan Hadis. Masalah kiblat dibicarakan oleh Al-Qur'an pada beberapa ayat Al-Quran di antaranya yaitu pada surah Al-Baqarah ayat 144, 149 dan 150. Adapun hadis-hadis yang membicarakan tentang arah kiblat juga cukup banyak riwayatnya. Di antara hadis-hadis tentang arah kiblat yakni hadis riwayat Bukhari berikut ini:

عن عبد الله بن عمر رضي الله عنهما قال : بينما الناس بقاء في صلاة الصبح إذ أتاهم  
 أت فقال إن رسول الله صلى الله عليه وسلم قد أنزل عليه الليلة قرآن وقد أمر أن يستقبل  
 الكعبة فاستقبلوها وكانت وجوههم إلى الشام فاستداروا إلى الكعبة

(Al-Bukhari, 1981: 467)

“Dari Abdullah bin Umar, Ia berkata: Ketika orang-orang sedang salat subuh di Quba’ tiba-tiba datanglah seseorang kepada mereka lalu ia berkata “Sesungguhnya Nabi Muhammad SAW pada malam hari ini telah diturunkan kepadanya (ayat Al-Qur’an) dan sesungguhnya ia diperintahkan untuk menghadap Ka’bah, oleh karena itu menghadaplah Ka’bah”. Muka-muka mereka pada waktu itu menghadap ke Syam kemudian mereka berputar ke arah Ka’bah.”

Hadis di atas menceritakan keadaan sahabat pada waktu subuh yang menerima perintah agar mereka memalingkan wajah ke arah Ka'bah karena Rasulullah telah menerima wahyu agar menghadapkan wajahnya ke arah tersebut. Seketika itu para sahabat langsung memalingkan wajahnya tanpa berdiskusi terlebih dahulu dengan sahabat lain mengenai status salat subuhnya yang harus menghadap Ka'bah, ataukah salat subuh mereka masih menghadap Baitul Maqdis kemudian salat dluhur baru menghadap Ka'bah. Ini menunjukkan bahwa para sahabat sangat memuliakan ilmu meskipun tidak mendengarkan secara langsung dari Rasulullah.

Oleh karena itu, menerima kebenaran bahwa arah Kiblat masih belum lurus, misalnya bergeser 1 derajat ke arah kanan, adalah sikap yang harus diikuti dan diamalkan karena hal tersebut termasuk memuliakan ilmu. Disinilah salah satu fungsi penting penelitian ini dilakukan.

Muhyiddin Khazin (2005: 49) mengatakan:

“Masalah kiblat tiada lain adalah masalah arah, yakni arah Ka’bah di Makkah. Arah Ka’bah ini dapat ditentukan dari setiap titik atau tempat di permukaan Bumi dengan melakukan perhitungan dan pengukuran. Oleh sebab itu, perhitungan arah kiblat pada dasarnya adalah perhitungan untuk mengetahui guna menetapkan ke arah mana Ka’bah di Makkah itu dilihat dari suatu tempat di permukaan Bumi ini, sehingga semua gerakan orang yang sedang melaksanakan shalat, baik ketika berdiri, ruku’, maupun sujudnya selalu berimpit dengan arah yang menuju Ka’bah.”

Mengetahui dan menetapkan arah Kiblat menjadi lebih penting lagi karena berhubungan dengan salat. Gerakan seseorang yang sedang salat,

seperti berdiri, ruku', sujud, duduk, selalu berhimpit ke arah Ka'bah. Ibadah seseorang yang dilandaskan pada pengetahuan menunjukkan pentingnya pengetahuan tersebut.

Persoalan arah kiblat adalah persoalan azimuth. Pada bidang horizon dapat kita gambarkan sebuah garis menurut kiblat setempat, yang kita namakan garis kiblat. Garis kiblat dan titik zenith membuat sebuah bidang yang memotong bola langit menurut lingkaran vertikal kiblat, yaitu lingkaran vertikal Mekah (Rachim, 1983: 82). Menurut Wahyu Widiani, sebagaimana dikutip Azhari (2001: 55), pada saat ini metode yang sering digunakan dalam pengukuran arah kiblat ada dua macam, yakni (1) memanfaatkan bayang-bayang kiblat (2) memanfaatkan arah utara geografik (*true north*).

Ketika melakukan pengukuran arah kiblat dengan menggunakan metode memanfaatkan *true north*, langkah-langkah yang perlu ditempuh yaitu (a) menghitung arah kiblat suatu tempat; (b) menentukan *true north* dengan bantuan kompas, tongkat *istiwa'* atau theodolite dan (c) mengukur arah kiblat berdasarkan arah geografik tersebut dengan menggunakan busur derajat, *rubu'*, segitiga, atau theodolite (Azhari, 2001: 55).

Dari langkah-langkah yang disebutkan tadi, diketahui bahwa kedudukan utara sejati (*true north*) sangat penting dalam penentuan arah kiblat. Ketidaktepatan dalam menentukan utara sejati berakibat pada tidak tepatnya penentuan arah kiblat. Sekali pun perhitungan arah kiblat yang dilakukan untuk suatu lokasi telah benar tetapi apabila pengukuran utara sejati terjadi kesalahan, maka pengukuran arah kiblat juga akan salah.

## **B. Kompas untuk penentuan utara sejati**

### **1. Sejarah dan Pengertian Kompas**

Sejarah kemagnetan diawali pada zaman Yunani purba. Tercatat bahwa Thales dan Miletos, juga Plato, telah menulis ihwal sifat kemagnetan secara sederhana. Nama magnet berasal dari nama kota, yaitu Magnesia. Kota tersebut berada di daratan Turki sekarang. Kota Magnesia adalah tempat ditemukannya tambang biji *ferit*, yaitu sebuah tambang biji yang memiliki sifat menarik potongan besi dan baja ringan di dekatnya (Wospakrik, 2005: 90).

Tercatat pula bahwa jarum magnet, yang selalu menunjuk arah utara-selatan bila digantung atau ditumpu pada pusatnya sehingga bebas memutar, pertama kali dikenal oleh orang-orang Cina pada abad ke-7. Sifat istimewa jarum magnet ini kemudian mereka manfaatkan sebagai acuan pedoman arah dalam perjalanan panjang mengarungi lautan atau melintasi dataran luas. Jarum magnet ini yang disebut kompas, kemudian diperkenalkan kepada pelaut Arab yang kemudian memperkenalkannya ke Eropa. (Wospakrik, 2005: 90).

Catatan lainnya menjelaskan bahwa kompas telah digunakan jauh sebelum abad 7. Sekitar tahun 83 M, seorang sarjana Cina dalam tulisannya menguraikan kompas magnetik. Kompas magnetik pertama dirancang untuk pelayaran, kemudian mengalami pengembangan sekitar abad 11 oleh navigator Eropa dan Cina (Mundilarto & Istiyono, 2007: 90).

Kompas berasal dari bahasa Latin yaitu *Compassus*, yang berarti jangkak. Dalam bahasa Arab kompas disebut dengan *huk* yang diartikan sebagai alat

yang digunakan untuk mengetahui arah (Khazin, 2005: 31). Kompas merupakan salah satu alat yang penting dalam menentukan arah, diantaranya adalah kegiatan mengukur arah kiblat, atau kegiatan hisab rukyat yang lain. Pada saat pengukuran arah kiblat dan rukyatul hilal, alat ini membantu menentukan *true north* (Azhari, 2008: 126).

Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin oleh jarum yang ada padanya. Jarum kompas ini terbuat dari logam magnetik yang dipasang sedemikian rupa sehingga dengan mudah bergerak menunjukkan arah utara. Arah utara yang ditunjukkan kompas bukan utara sejati melainkan arah utara magnet (titik utara magnet) (Khazin, 2006:12).

Penunjukan jarum kompas yang tidak selalu mengarah ke titik utara sejati (*true north*) pada suatu tempat disebabkan berdasarkan teori dan praktek bahwa kutub-kutub magnet Bumi tidak berimpit / berada pada kutub-kutub Bumi, yaitu kutub-kutub geografik (Tim Penyusun Revisi Buku *Almanak Hisab Rukyat*, 2010: 239). Untuk memperoleh utara sejati dengan kompas perlu dilakukan koreksi deklinasi magnetik pada kompas. Deklinasi itu sendiri berubah tergantung posisi tempat dan waktu (Khazin, 2005: 60).

## **2. Penentuan utara sejati dengan kompas**

Untuk menentukan utara sejati dengan kompas, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut (Khazin, 2006: 13).

1. Menyiapkan kompas yang masih dalam keadaan baik.
2. Meletakkan kompas di tempat yang datar serta bebas dari medan magnet.

3. Membentangkan benang atau semacamnya di atas kompas searah dengan jarum kompas.

4. Membuat titik U pada arah yang menuju titik Utara dan buatlah titik S pada arah menuju Selatan.

5. Untuk mendapatkan utara sejati , lakukan koreksi deklinasi magnetik, bisa dihitung dengan *software* atau dengan peta deklinasi magnetik.

6. Membaca arah kompas setelah dikoreksi deklinasi magnetiknya.

Dalam mempergunakan alat ini, hendaklah dijaga agar terhindar dari pengaruh magnetik benda-benda sekitarnya. Oleh karena itu, kompas yang baik di samping harus memiliki gerak yang bebas dan skala azimut yang teliti, juga harus diberi sangkar atau tempat yang menjauhkannya dari pengaruh magnetik benda- benda sekitarnya (Azhari, 2008: 126).

Pengukuran utara sejati dengan kompas memiliki beberapa kelemahan. Diantara kelemahan kompas (Izzuddin (*ed*), 2012: 211-212) adalah:

a. Kompas tidak menunjukkan utara selatan geografik tetapi arahnya dari Kutub Magnet Bumi Selatan (KMBS) ke Kutub Magnet Bumi Utara (KMBU) dan selalu menempatkan dirinya pada garis gaya magnet Bumi.

b. Antara arah penunjuk kompas dengan arah Utara-Selatan geografik terdapat sudut deklinasi kompas yang nilainya berbeda-beda pada setiap tempat.

c. Kompas dipengaruhi besi-besi di sekitarnya.

d. Kompas dipengaruhi oleh angin Matahari.

e. Kompas mudah hilang kemagnetannya bila terjatuh atau terkena panas.

Meskipun kompas memiliki beberapa kelemahan tersebut di atas, menurut T. Djamaluddin, sebenarnya kompas juga dapat dikatakan lumayan akurat asal memperhatikan dua hal. Pertama: memperhatikan koreksi deklinasi magnetiknya. Kedua; saat pengukuran tidak terganggu oleh benda-benda yang mempengaruhi jarum magnetnya. Oleh karenanya, disarankan agar melakukan pengukuran di beberapa titik pada lokasi tersebut agar pengaruh benda-benda magnetik dapat diminimalkan (Izzuddin (ed), 2012:100).

## **C. Deklinasi Magnetik**

### **1. Pengertian dan Teori Deklinasi Magnetik**

William Gilbert, ahli fisika Inggris masa Ratu Elizabeth I sekitar tahun 1600, menjadi ilmuwan pertama yang menunjukkan bahwa kompas bekerja karena Bumi itu sendiri berperilaku seperti magnet. Medan magnet Bumi, seperti medan magnet yang dikenal di sekitar magnet batang, sebagian besar dikeluarkan dari dua kutub, yaitu kutub utara dan kutub selatan (Marshak, 2001: 36).

Setiap manusia dalam kegiatan mereka tidak bisa lepas dari gaya magnetik. Contoh dari penggunaan gaya magnetik adalah motor listrik, tabung gambar TV, kompor gelombang mikro, dan lain lain. Contoh-contoh tersebut menunjukkan adanya hubungan tarik menarik atau kemagnetan dari sebuah benda (Young, 2003: 291).

Faktor yang mempengaruhi hubungan kemagnetan dari ilustrasi tersebut adalah hubungan yang menyatukan antara magnet permanen dengan benda-

benda lain yang dapat ditarik atau ditolak. Bisa dilihat bahwa jarum kompas yang selalu bergerak ke arah utara adalah sebuah contoh interaksi ini. Namun yang harus diingat adalah sifat mendasar dari kemagnetan adalah interaksi diantara muatan listrik yang bergerak (Young, 2003: 291).

Interaksi antara magnet dengan jarum kompas bisa dijelaskan dalam kutub-kutub magnet. Jika ujung sebuah magnet yang berbentuk batang saling menolak ujung jarum kompas maka ujung magnet tersebut menunjuk ke utara. Ujung ini dinamakan kutub utara magnetik. Berbeda dengan ujung lainnya yang dinamakan kutub selatan magnetik. Ujung magnet tersebut, yaitu kutub utara magnetik, akan menarik pangkal jarum kompas karena keduanya saling berlawanan (Young, 2003: 292).

Hubungan antara magnet dengan jarum kompas menunjukkan bahwa Bumi sendiri adalah sebuah magnet. Sumbu magnet Bumi tidak sama persis dengan sumbu geografiknya (sumbu rotasi), sehingga sebuah pembacaan kompas agak menyimpang dari arah utara geografik. Penyimpangan ini, yang berubah sesuai tempat, dinamakan deklinasi magnetik atau variasi magnetik. Ini menunjukkan bahwa medan magnetik tidak datar di kebanyakan titik pada permukaan Bumi. Penyimpangan tersebut, yang menunjukkan sudutnya naik atau turun, dinamakan inklinasi magnetik (Young, 2003: 294).

Titik-titik di permukaan Bumi berbeda halnya dengan titik-titik magnet di kutub utara dan selatan. Perbedaan tersebut adalah medan magnetik di tempat-tempat tersebut bersifat vertikal dari utara ke selatan atau sebaliknya (Young, 2003: 294).



Sebagaimana disampaikan bahwa sudut antara utara sejati dan utara magnetik yang berasal dari penyimpangan kompas dari arah utara geografik disebut sebagai deklinasi magnetik. Untuk menentukan deklinasi magnetik sangat bermacam-macam, karena posisi kutub magnet sangat bervariasi. Variasi tersebut juga tergantung pada waktu, sehingga muncullah tanggal penentuan deklinasi magnetik yang ditampilkan pada peta. Tanggal penentuan deklinasi tersebut menunjukkan adanya pergeseran tahunan yang terjadi pada kutub magnet (Zumberge, 2007: 71).

Dorongan atau tarikan yang terjadi pada magnet menunjukkan adanya kekuatan magnet. Kekuatan ini menciptakan medan magnet yang tak terlihat di sekitar magnet. Ketika benda-benda lain seperti besi, atau benda-benda bermuatan listrik lainnya memasuki medan magnet, maka benda-benda tersebut akan merasakan gaya magnet. Oleh Karena itu, jarum kompas yang merupakan jarum magnetik akan bergerak mendekati benda-benda tersebut (Marshak, 2001:57).

Semua magnet memiliki dua kutub magnet, kutub utara di satu ujung dan kutub selatan, di ujung lainnya. Kutub yang berlawanan tarik menarik, kutub yang sama saling menolak. Magnet yang terhubung antara satu kutub dengan kutub yang lain akan melalui sebuah garis yang disebut garis imajiner (Marshak, 2001 :57).

## **2. Memperkirakan deklinasi magnetik**

Deklinasi magnetik pada lokasi tertentu adalah sudut antara arah utara jarum kompas dengan arah kutub utara geografik. Definisi ini berlaku di mana saja di Bumi termasuk belahan Bumi Selatan. Deklinasi magnetik pada

suatu lokasi dapat didefinisikan sebagai sudut antara pencarian utara jarum kompas dengan penunjukan utara dari bujur tempat. Jika utara kompas menunjuk sebelah barat/ kiri bujur tempat, maka deklinasinya adalah W (*west*), dan jika menunjuk sebelah timur / kanan dari bujur tempat, maka deklinasinya adalah E (*east*) (Touche, 2005: 50).

Pergerakan dari medan magnet Bumi menyebabkan deklinasi berubah dari tahun ke tahun. Ada beberapa cara untuk menentukan deklinasi magnetik pada suatu tempat, di antaranya adalah (1) menggunakan diagram deklinasi, (2) menggunakan *Compass rose*, (3) melalui *software* komputer, (4) menggunakan GPS dan (5) mengadakan pengukuran langsung (Touche, 2005: 51).

#### 1. Diagram deklinasi

Kebanyakan peta topografi berkualitas tinggi mempunyai diagram yang menunjukkan deklinasi magnetik untuk area yang tercakup oleh peta. Diagram tersebut biasa disebut diagram deklinasi. Biasanya, tanggal dan tingkat perubahan tahunan ketika deklinasi diukur juga ditunjukkan. Semakin lama tanggal deklinasi, maka deklinasi yang dicantumkan semakin tidak akurat, begitu pula perubahan tahunannya. (Touche, 2005: 51).

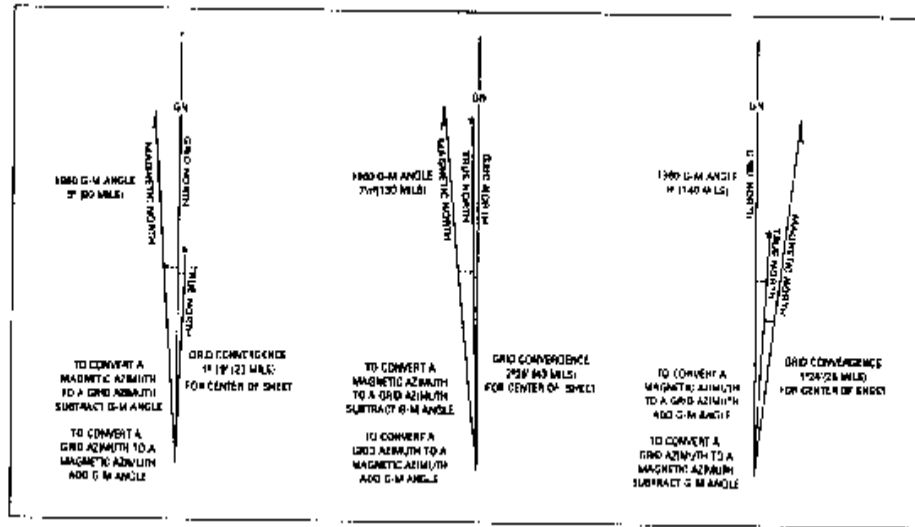


Figure 6-8. Declination diagrams.

Gambar 2.3 Diagram deklinasi magnetik pada beberapa peta topografi

Sumber: [www.cavalrypilot.com](http://www.cavalrypilot.com)

Untuk mengadakan penyesuaian deklinasi, dibutuhkan untuk mengetahui berapa derajat angka deklinasi dan apakah deklinasi timur atau barat dari garis nol deklinasi. Informasi deklinasi magnetik ini dapat diperoleh dengan melihat pada diagram deklinasi pada tepian peta topografi. Gambar panah dengan ujung berbintang merepresentasikan utara sejati, sedangkan simbol MN mewakili utara magnet. Jika panah MN berada di sebelah timur panah utara sejati maka deklinasi pada area tersebut adalah timur. Sebaliknya, area dengan deklinasi barat, maka panah MN akan berada di sebelah kiri dari panah utara sejati. Angka deklinasi ditulis dalam derajat di sisi samping panah. Jika pada peta tidak disertakan diagram deklinasi, biasanya informasi tersebut diletakkan di pinggir peta (Bradford, 2001: 144)

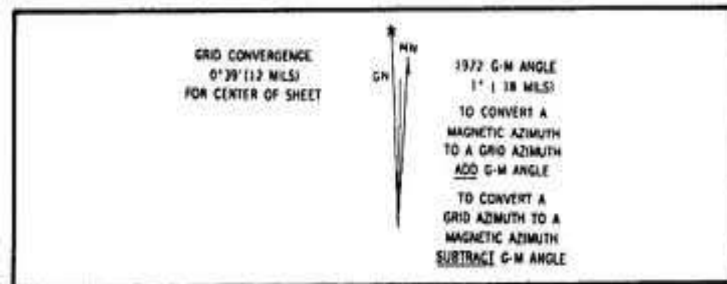


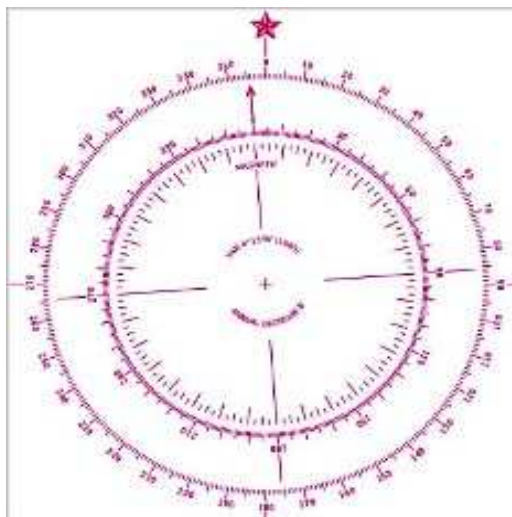
Figure D-1. Typical declination diagram.

Gambar 2.4 Diagram deklinasi magnetik

Sumber: globalsecurity.org

## 2. *Compass rose*

Para pelaut di dalam navigasi sering menggunakan *compass rose* dibandingkan peta deklinasi. *Compass rose* terdiri dari dua buah lingkaran. Pertama, sebelah dalam, yang merupakan bantalan magnetik. Kedua, sebelah luar, yang membungkus bagian sebelah dalam. Dalam terminologi kelautan, deklinasi disebut variasi. Pada *compass rose*, variasi adalah perbedaan antara bantalan bagian dalam lingkaran dengan bantalan pada lingkaran bagian luar. Sebagai pelengkap, variasi, baik tanggal dan tingkat perubahan tahunan biasanya ditulis di bagian dalam lingkaran (Touche, 2005: 53).



Gambar 2.5 Compass Rose

Sumber:

<http://bwsailing.com/cc/2012/05/02/unlock-the-mystery-of-magnetic-variation/>

### 3. *Software* komputer

Untuk mengetahui deklinasi magnetik dengan *software* dapat digunakan kalkulator deklinasi magnetik misalnya seperti model WMM (*World Magnetic Model*) dan IGRF (*International Geomagnetic Reference Field*). WMM adalah standar untuk navigasi yang banyak digunakan di Amerika Serikat dan Inggris. Sedangkan IGRF banyak digunakan di dunia penelitian (Zirker, 2009: 17).

(WMM) memprediksi deklinasi magnetik untuk lintang dan bujur tertentu pada tanggal yang ditentukan pula. *The Defense Mapping Agencies* (DMA) mengeluarkan seri-seri model WMM. Model ini diperbarui setiap 5 tahun sekali oleh *National Geophysical Data Center* (NGDC) bekerja sama dengan *British Geological Survey* (BGS). Model-model ini didasarkan pada pengukuran survei geomagnetik dari pesawat terbang. Satelit, dan observatorium geomagnetik (Kerr, 2002: 2).

*International Geomagnetic Reference Field* (IGRF) merupakan model harmonik bola global medan magnet Bumi yang sumber-sumbernya di dalam inti Bumi. Model ini disepakati secara internasional dan direvisi setiap lima tahun di bawah naungan *International Association of Geomagnetism and Aeronomy* (IAGA). Konsep dari IGRF tumbuh dari diskusi mengenai penyajian hasil *World Magnetic Survey* (WMS). WMS adalah elemen yang ditanggihkan pada program “Tahun Geofisika Internasional” selama 1957-1969 yang mendorong survei magnetik di darat, di laut, di udara dan dari satelit serta mengorganisir pengumpulan dan menganalisis hasilnya (Macmillan, 2007:1).

Hal yang harus diperhatikan adalah, kalkulasi yang dilakukan berdasarkan bentuk medan magnet Bumi dan memprediksi nilai-nilai untuk masa yang akan datang pada saat *software* tersebut dikembangkan. Karena perubahan medan magnet tidak bisa diprediksi, maka harus menggunakan versi terbaru dari sebuah *software* untuk mendapatkan akurasi yang paling baik (Touche, 2005:54). Untuk WMM versi terbaru adalah WMM Epoch 2010.0, yang diterbitkan pada Desember 2009, sedangkan IGRF terbaru adalah IGRF generasi ke-11 yang disebut sebagai IGRF 11 yang dirilis pada Desember 2009.

#### 4. GPS

Sebagian GPS *receiver* dilengkapi dengan *software* yang mengestimasi dan menampilkan deklinasi magnetik. Pada petunjuknya ditampilkan penggunaan GPS untuk mengetahui cara menampilkan deklinasi magnetik di tempat yang diinginkan. Sebagian besar GPS memberikan data deklinasi baik yang berhubungan dengan utara geografik dan utara grid. GPS *receiver* menggunakan data deklinasi berdasarkan tingkat perubahan tahunan ketika *software* GPS dikembangkan. GPS *receiver* mengalami ketidakakuratan data deklinasi sesuai umur *software*. Oleh karena itu ketidakakuratan data deklinasi harus diperbaharui dengan *software* baru agar datanya menjadi sesuai (Touche, 2005: 54).

#### 5. Pengukuran langsung deklinasi

Pada abad ke-17, beberapa instrumen didesain untuk mengukur deklinasi magnetik. Instrumen-instrumen ini biasanya menggunakan Matahari dan bulan sebagai titik referensi yang tetap dan kemudian mengukur beda antara

utara sejati dengan utara magnet yang dimunculkan oleh kompas (Windelspecht, 2002: 149).

Touche (2005: 54) menyatakan bahwa untuk mengukur langsung deklinasi magnetik dapat dilakukan dengan menggunakan peta dan kompas. Pengukuran tersebut bisa dilakukan jika seseorang mengetahui posisinya di peta. Langkah-langkahnya:

1. Menentukan posisi di peta seakurat mungkin bahkan menggunakan GPS jika ada.
2. Membidik peta yang dimulai dari posisi pengamat di atas *landmark* yang diidentifikasi, setelah itu memperhatikan angka yang dihasilkan kompas, misalnya  $271^\circ$ .
3. Membidik sebidang tanah dari *landmark* yang sama dan memperhatikan angka yang dihasilkan kompas misalnya  $302^\circ$ .
4. Deklinasi adalah selisih antara angka bidikan pada peta dan angka bidikan pada bidang tanah.
5. Melihat *dial* pada kompas. Jika bidikan pada tanah searah jarum jam bidikan peta, maka deklinasinya barat. Jika berlawanan, maka deklinasinya timur.

Dari kelima cara memperkirakan deklinasi magnetik yang telah dijelaskan, dalam penelitian ini cara yang akan digunakan ada dua yaitu (1) menggunakan *software* computer yakni model IGRF dan WMM; dan (2) mengadakan pengukuran langsung yakni dengan menggunakan Matahari sebagai referensi penentu titik utara sejati, dalam hal ini menggunakan alat bantu theodolite.