

BAB II

PERMASALAHAN POLUSI CAHAYA DAN FAKTOR KENDALA DALAM PELAKSANAAN RUKYAT

A. Kajian Tentang Polusi Cahaya

1. Permasalahan Polusi Cahaya

Teknologi memerlukan adanya sumber energi, wilayah perkotaan memiliki kebutuhan energi yang lebih besar, terutama energi bahan bakar. Energi tersebut berasal dari energi fosil, yaitu batu bara, gas bumi dan minyak bumi, yang dipergunakan untuk transportasi, industri, perkantoran dan perumahan. Energi yang lain berasal dari pembangkit tenaga air, tenaga surya dan tenaga nuklir (Wiryono, 2013: 31). Dengan pasokan energi dari luar tersebut, pemanfaatannya pun beragam untuk menciptakan energi buatan mulai dari pelistrikan, penerangan, mesin dan berbagai macam industri.

Penerangan buatan di malam hari sudah menjadi kebutuhan manusia modern yang sangat penting dan hal ini sudah berkembang sejak akhir abad ke-19. Lampu buatan (*artificial light*) memberi manfaat kepada manusia dan tidak hanya menawarkan lebih banyak waktu untuk beraktifitas, akan tetapi pencahayaan lampu luar buatan yang tidak efisien, mengganggu dan tidak penting menyebabkan polusi cahaya (*light pollution*) (Chepesiuk, 2009: 117/27). Semua pencahayaan luar berfungsi untuk peningkatan jarak

penglihatan atau untuk keindahan, akan tetapi penggunaan yang berlebihan dan tidak tepat akan mengakibatkan polusi cahaya.

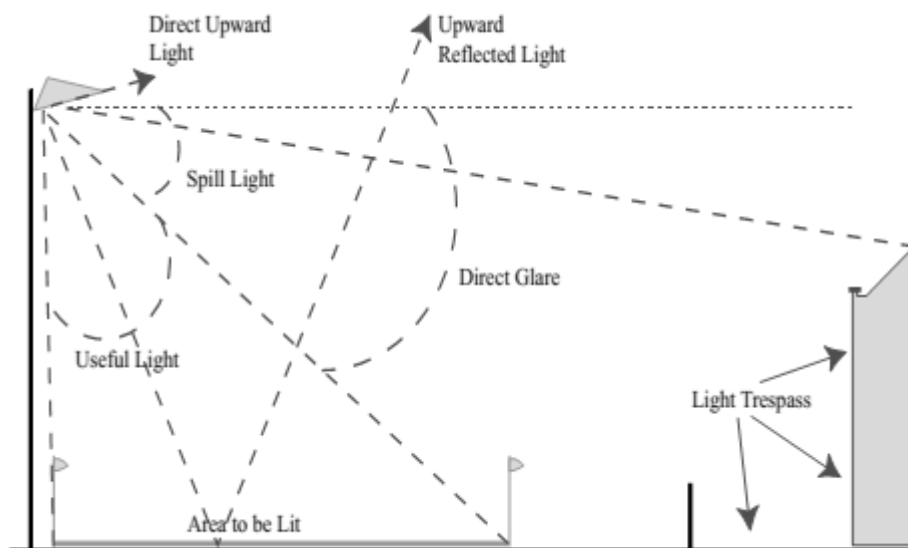
Polusi cahaya adalah hasil dari hamburan cahaya yang naik ke atmosfer dan dipantulkan kembali sehingga sampai ke mata pengamat (Narisada, Kohei dan Schreuder, 2004: 13). Polusi cahaya merupakan problema pemborosan energi akibat ketidak-efisienan arah pencahayaan lampu dan pemilihan jenis lampu yang boros daya (Herdiwijaya dan Arumaningtyas, 2011). Polusi cahaya merupakan konsekuensi penting yang harus dihindari karena desain, pemeliharaan dan instalasi pencahayaan yang buruk sehingga mengakibatkan *sky glow* (The Royal Commission on Environment Pollution, 2009: 5).

House of Commons Science and Technology Committee (2003) menyebutkan bahwa belum ada definisi yang legal dan resmi terkait polusi cahaya. Berdasarkan pedoman Countryside Commission and Departement of the Environment bahwa definisi dari polusi cahaya merupakan sebuah pengertian umum yang merujuk pada pencahayaan berlebih (*over-lighting*) sebagai dampak dari perencanaan instalasi pencahayaan yang buruk dan level pencahayaan yang berlebih. Ada empat macam polusi cahaya yang sering dikombinasikan, yaitu: hamburan cahaya langit (*sky glow*)¹, cahaya terobos

¹ *Sky glow* merupakan polusi cahaya yang berupa hamburan cahaya lampu yang di pancarkan ke atas dan dipantulkan kembali oleh atmosfer bumi. Efek utama dari *sky glow* adalah mengurangi kontras langit sehingga *sky glow* merupakan bentuk polusi cahaya yang paling buruk dan dapat berpengaruh terhadap area yang luas hingga beberapa kilometer atau mil dari sumber cahaya. (The Royal Commission on Environment Pollution, 2009: 1) Berdasarkan pengamatan dari Tuchson, Arizona- berdasarkan informasi dari IDA- *sky glow* di Los Angeles terlihat dari jarak 200 mil melalui pesawat udara (Chepesiuk, 2009: 117/ 02).

(*light trespass*)², cahaya silau (*glare*)³ (Cooke, 2005: 4), kumpulan cahaya (*light clutter*) dan pencahayaan berlebih (*over illumination*) (Chepesiuk, 2009:117/22). Pembagian ini berdasarkan arah pencahayaan lampu luar yang tidak sesuai dengan fungsinya. Cahaya itu sendiri sebenarnya bukan merupakan masalah, akan tetapi menjadi masalah ketika cahaya tersebut berlebihan (*excessive*), perencanaan dan instalasi yang buruk atau tujuan penggunaan yang tidak sesuai.

Gambar. 2.1. Arah Pencahayaan Lampu Penyebab Polusi Cahaya dikutip dari *House of Commons Science and Technology Committee* (2003:18)



Source: *Institution of Lighting Engineers, Guidance notes for the reduction of light pollution, 2000*

Polusi cahaya sudah menjadi permasalahan global, bukan saja karena dampaknya terhadap ekologi lingkungan akan tetapi juga berdampak pada

² *Trespass* terjadi ketika cahaya lampu buatan tidak diinginkan, sebagai contoh lampu sorot atau lampu jalan yang dipancarkan berdekatan dengan rumah, cahaya lampu tersebut menerangi ruang seharusnya dalam keadaan gelap menjadi terang..

³ *Glare* dihasilkan oleh cahaya yang memancar secara horizontal. Gangguan cahaya (silau) yang dipancarkan sumber cahaya dan terlihat oleh mata. *Glare* menyilaukan mata dan sangat mengganggu penglihatan.

kesehatan manusia. International Dark-Sky Association (IDA)⁴ menyatakan bahwa meningkatnya jumlah penduduk yang tinggal di kota-kota dan peningkatan cahaya luar yang tidak proporsional dalam jumlah dan penggunaan akan menghasilkan banyak polusi cahaya yang menghilangkan langit malam dan hilangnya benda-benda langit dari pandangan (www.darksky.org).

Roberts (2012:11) menekankan bahwa siklus gelap adalah sama pentingnya dengan masa terang untuk kesehatan manusia yang ideal dan baik karena berpengaruh terhadap *fluktuasi* hormon tubuh. Gaddy (1993) sebagaimana dikutip Roberts (2012:11) menyatakan bahwa cahaya tampak antara 460-500 nm diterima oleh mata manusia yang merupakan regulator dari sistem tubuh manusia. Ketika tubuh tidak mengalami nuansa gelap, maka hormon melatonin, VIP dan GH tidak akan diproduksi tubuh. Untuk mendapatkan nuansa gelap, tubuh memerlukan dua komponen yaitu *rapid eye movement (REM)* dan *slow-wave sleep (SWS)*. Kedua hormon ini berpengaruh terhadap pola tidur manusia.

Dalam makalahnya, Bashiri (2014: 9), menuturkan bahwa polusi cahaya memberikan dampak negatif pada wilayah dunia yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan pengaruhnya terhadap permasalahan lingkungan. Pencahayaan luar dan dalam mengkonsumsi banyak energi dan meningkat

⁴ IDA atau International Dark-Sky Association merupakan sebuah organisasi internasional yang dibentuk pada tahun 1988 yang beranggotakan para ahli astronomi, lingkungan, kesehatan dan para pakar lainnya dan bergerak untuk mengajak masyarakat dunia dengan menggalakkan program dark sky night dan bermarkas di Tucson, Arizona Amerika Serikat. (www.darksky.org diakses tanggal 23 Agustus 2014)

dengan pencahayaan yang lebih terang. Sudah banyak bukti bahwa manusia memiliki pengaruh fisiologis karena pancaran cahaya buatan.

Polusi cahaya juga berimbas kepada pemborosan energi, hilangnya cahaya bintang-bintang di langit malam dan mengganggu sistem reproduksi hewan dan navigasi burung. Sebagaimana Hidayat⁵ (2009) mengatakan:

Pencahayaan yang tidak tepat umumnya menyebabkan terhamburnya cahaya ke atas (ke arah langit) secara percuma, sehingga cahaya terbang secara sia-sia. Karena itu, terjadinya polusi cahaya biasanya merupakan indikator dari pemborosan energi.

Dewasa ini, kita sedang mengalami krisis listrik, namun kita masih saja menghamburkan listrik melalui lampu penerangan yang tidak tepat. "Polusi cahaya tidak hanya menyebabkan "hilang"nya bintang-bintang di langit malam, tetapi telah diketahui bahwa polusi cahaya juga mempunyai dampak ekologis, misalnya mengganggu sistem reproduksi hewan, mengganggu navigasi burung-burung, dan lain-lain.

Davies dkk (2013:1421) menyampaikan bahwa dalam mendeteksi objek dibawah luas spektrum lampu jalan cenderung mempengaruhi perilaku visual dari hewan, mengubah aktifitas normal hewan dan memecah habitat mereka. Polusi cahaya bersumber dari pencahayaan lampu luar yang tidak terinstalasi dengan baik. Dalam pengaplikasiannya National Technical Information Service (2002) menyampaikan ada 5 parameter utama dalam instalasi lampu dalam mengurangi polusi cahaya, yaitu jumlah instalasi lampu, jam operasi, jumlah lampu per instalasi, distribusi teknologi lampu dan jumlah daya teknologi lampu.

⁵ Beliau merupakan kepala Observatorium Boscha tahun 2009 dalam menjawab kunjungan Insan Pers yang terselenggara atas kerjasama kementerian Ristek dan LAPAN dan pemaparan fenomena-fenomena yang ada dari hasil pengamatan hilal dan polusi cahaya. (<http://www.ristek.go.id> diakses tanggal 23 Agustus 2014)

Gambar. 2.2. Polusi cahaya: kanan(*sky glow*) dan kiri (*Trespass*)
(Sumber: www.darksky.org pada tanggal 15 Oktober 2014)



Menurut Lewin (2000) sistem pencahayaan luar masih menyisakan limbah cahaya lebih dari 50% yang dipancarkan ke langit. Jika tidak ada cahaya yang dihamburkan ke atmosfer, masalahnya selesai. Namun, sistem pencahayaan bagaimanapun memancarkan cahaya diatas proyek sinar horizontal sehingga langsung memancar ke langit malam. Efek ini yang dikenal sebagai *sky glow* yang merupakan hamburan warna orange yang terlihat diatas daerah perkotaan yang disebabkan oleh pemancaran cahaya melalui atmosfer yang dibiaskan dan dihamburkan oleh kandungan air atau partikel (*aerosol*) berupa debu, serbuk tanaman, bakteri, spora, kandungan garam dari semburan air laut, partikel mineral ringan dari limbah pabrik (House of Commons Science and Technology Committee, 2003: 18).

Melalui satelit The National Oceanic and Atmospheric Administration, National Geophysical Data Center (NOAA-NGDC) dapat diperoleh citra lampu malam dan diakuisisi oleh Angkatan Udara Amerika Serikat Defense Meteorologi Satellite Program (DMSP) dengan menggunakan pendeteksian termal daerah, sehingga diperoleh hasil yang menunjukkan polusi cahaya di

dunia. Hasil kajian Cinzano, Falchi dan Elvidge (2001) dengan berbasis data dari DMSP menuturkan bahwa lebih dari 99% dari populasi USA dan Uni Eropa dan sekitar 2/3 penduduk dunia tinggal di area langit malam berada diatas ambang status polusi. Hal ini disebabkan kecerahan langit buatan (karena lampu) adalah lebih besar dari 10 % dari kecerahan langit malam natural diatas elevasi 45⁰.

Gambar. 2. 3. Polusi cahaya di dunia hasil olahan citra foto DMSP (diakses melalui www.DMSP.gov)



Gambar. 2.4. Polusi cahaya di dunia hasil olahan citra foto Globe at Night (diakses melalui www.globeatnight.com)



Gambar. 2.5. Polusi cahaya di dunia berdasarkan citra foto NOAA's National Geophysical Data Center, USAF Weather Agency (diakses melalui www.NOAA-NGDC.gov)



Penggunaan jenis lampu menjadi salah satu faktor dalam memberikan kontribusi terhadap polusi cahaya, selain desain perencanaan dan instalasi yang menjadi penyebab utamanya. Jenis-jenis lampu yang berkembang berdasarkan pengisinya (Jodi Shi, 2010) yaitu lampu pijar (*incandescent*), lampu neon (*fluorescent*), *light-emitting diodes* (LEDs), *Halogen*, gas Merkuri (*Merkuri vapour*), *low pressure sodium* (LPS), *high pressure sodium* (HPS) dan *metal halide* (MH). Dari berbagai macam dan tipe lampu tersebut dapat diinstalasi dengan variasi perlengkapan, kombinasi lampu dan penyesuaian fungsi untuk memperoleh arah pencahayaan yang baik.

Dalam kajian Intenational Dark-Sky Association (2010), output sumber spektrum cahaya putih umumnya lebih banyak membutuhkan energi dari pada spektrum cahaya biru. Dampak merugikan apabila spektrum gelombang lebih pendek dari 500 nm. *High intensity discharge* (HID) umumnya digunakan untuk pencahayaan area parkir atau taman dengan spektrum cahaya putih. *High pressure sodium* (HPS) digunakan untuk

penerangan jalan. Kebanyakan emisi HPS jatuh antara 500 dan 650 nm. Rasio output cahaya lebih pendek dari 500 nm dari total cahaya tampak (yang didefinisikan 400 – 650 nm) adalah sebesar 7%. Sumber cahaya dari bahan *fluorescent* dan *metal halide* (MH)⁶ dengan rasio sekitar 20% dan 30% dan untuk sumber cahaya putih *light emitting diode* (LED)⁷ berada pada rasio 20%-50%. Dari sini diketahui bahwa lampu dengan sumber bahan LED mampu mereduksi cahaya biru sehingga lebih efisien untuk pencahayaan luar. Selain itu, kandungan ini paling sesuai untuk penelitian astronomi karena tidak adanya spektrum yang kontinu.

Penanganan terhadap desain pencahayaan ini merupakan hal yang penting. Penanganan yang dilakukan adalah dengan melengkapi lampu dengan penggunaan tudung lampu, sehingga desain lampu diklasifikasikan menjadi tanpa tudung (*non cutoff*), tudung dengan arah pancaran $< 45^{\circ}$ dari zenit (*semi cutoff*), bertudung dengan arah pancaran garis horizontal (*cutoff*) dan bertudung dengan arah pancaran yang baik (*full cutoff*) (Jodi Shi, 2010: 7)

⁶ Bahan lampu ini memberikan efek yang baik untuk hewan baik, burung, mamalia, dan reptile karena hewan tersebut lebih mudah untuk mendeteksi gelombang cahaya dibawah 400 nm (Davies, 2013: 1421)

⁷ Lampu dengan bahan LED juga memiliki keunggulan dengan emisi lapisan fosfor yang menggabungkan warna biru dan kuning menjadi putih, bebas merkuri, bebas radiasi sinar ultra violet dan lama hidup sampai 25.000 jam. sampai saat ini, jenis lampu LED yang memiliki keunggulan lebih dibandingkan jenis lampu yang lain.

Gambar. 2.6. Arah pencahayaan dan jenis tudung lampu dikutip dari Jodi Shi (2010: 7)

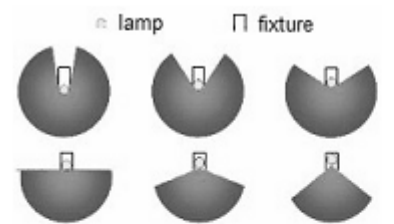


Figure 2 - Light distributions with lamp and fixture in various configurations, from completely unrecessed (top left) to fully recessed (bottom right).

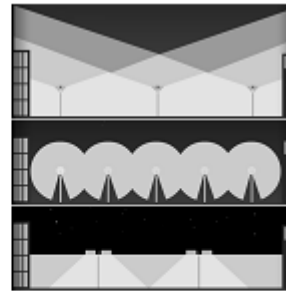


Figure 3 - Unshielded lights can produce significant amounts of uplight (top). Acorns emit uniformly light in all directions (middle). Shielded lights cast no uplight (bottom).

Penggunaan tudung tersebut membantu dalam mengurangi dampak polusi cahaya walaupun pada tahun 2009, pemanfaatan lampu pijar menempati 73%, halogen 15% dan CFL sebesar 12%. Pada sebuah situs astronomi yang dekat dengan sumber cahaya, seperti wilayah perkotaan, peningkatan hamburan cahaya dari spektrum cahaya biru dari lampu memproduksi *sky glow* sebesar 15%- 20% (IDA, 2010: 14).

2. Polusi Cahaya dan Partikel Atmosfer

Umumnya polusi cahaya terjadi pada area pemukiman padat, khususnya daerah perkotaan, area industri, jalan raya dan gedung olahraga yang lebih disebabkan karena pencahayaan lampu luar yang kurang baik. Benn dan Edison (1998) sebagaimana dikutip Jason dan Chu Wing So (2012) bahwa cahaya lampu yang dipancarkan akan ditangkap oleh awan, asap dan polutan seperti partikel-partikel atmosfer yang meningkatkan kecerahan langit malam dan mengalahkan kontras langit malam. Permasalahan ini banyak terjadi di daerah industri ataupun negara maju, seperti Amerika Utara, Eropa dan Jepang. Bahkan di

kota-kota besar pada Negara berkembang pun juga banyak terdapat polusi cahaya (Cinzano, Falchi dan Elvidge, 2001).

Gangguan dalam observasi astronomi disebabkan oleh hasil reduksi tingkat kecerahan langit. Ahli astronomi akan mengalami kesulitan dan ketidakakuratan pengamatan karena adanya *sky glow* di lingkungan perkotaan. Hamburan tersebut disebabkan oleh hamburan cahaya tidak langsung oleh partikel di udara dan atmosfer. Levasseur-Regourd (1992,1994) sebagaimana dikutip Narisada dan Schreuder (2004: 62) menyatakan bahwa gangguan alami pengamatan terjadi pada atmosfer yang disebabkan molekul udara, debu dan uap air di atmosfer.

Hasil pancaran cahaya ke atas yang dihamburkan atmosfer tidak lebih tinggi dari ketebalan atmosfer. Jika kita mengambil jarak sekitar 8 km diatas tekanan atmosfer dengan kandungan jumlah aerosol pada ketinggian yang lebih rendah, maka akan menyebabkan jumlah hamburan yang banyak pada area tersebut. Pada jarak tertentu, *sky glow* pun akan terlihat pada arah pandang horizontal⁸ dan tinggi *sky glow* terhadap arah zenit dapat dilakukan.

Secara sederhana, polusi cahaya di suatu wilayah dapat diketahui dengan menggunakan kenampakan bintang yang mampu teramati pada area yang gelap. Sebagaimana di Eropa, idealnya 2000 bintang dapat teramati di Eropa Utara jika tidak terdapat polusi, akan tetapi hampir setiap orang hanya

⁸ Maksud dari arah pandang horizontal yaitu arah pandang pengamat searah dengan arah permukaan bumi sehingga pengamat akan melihat adanya *sky glow* dengan arah memancar ke atas dan mampu menangkap hamburan cahaya di atmosfer dalam radius tertentu. Misalnya *sky glow* di kota Semarang yang diamati dari Demak. Pengamatan ini dapat menentukan ketebalan *sky glow* dengan pengukuran dari arah zenit, sehingga tingkat kecerahan langit dapat dihitung berdasarkan jarak zenit.

mampu melihat 10% nya saja. Metode ini digunakan dalam program kampanye *Globe at Night*⁹ yang dilaksanakan pada tanggal 22 Maret – 4 April 2011 untuk wilayah utara dan 26 Maret- 6 April 2011 untuk wilayah selatan guna mengetahui tingkat polusi cahaya di suatu wilayah dengan menggunakan *Magnitude Chart* dengan rentang magnitude 0 – magnitude 7.

Kuantitas cahaya di perkotaan lebih tinggi dari pada di pedesaan yang berkorelasi dengan tingkat aktifitasnya. Kegiatan industri lebih banyak tersentral di daerah perkotaan sehingga meningkatkan kadar polusi udara. Polusi udara dapat diklasifikasikan menjadi pencemar yang berasal dari emisi (*primer*) dan polusi yang berasal dari reaksi atmosfer (*sekunder*). Peningkatan emisi juga dapat bersumber dari pencemar udara tak bergerak, seperti pabrik-pabrik, dan pencemar bergerak, yaitu kendaraan bermotor (Wiryono, 2013: 164).

Sumber polutan udara terdiri dari gas dan partikulat (butiran kecil). Pada pabrik-pabrik dan pembangkit tenaga listrik terdapat polutan yang disebut partikulat, yaitu partikel-partikel yang sangat kecil dan berbentuk cair atau padat¹⁰. Partikulat ini berbentuk embun, debu, asap, jelaga, kabut dan *fumes*.

⁹ *GLOBE at Night* merupakan kegiatan sains-masyarakat yang dilakukan secara global untuk mengajak siswa, pendidik, aktivis langit gelap dan masyarakat umum untuk mengukur tingkat kegelapan langit di area mereka dan berkontribusi hasil pengamatan mereka secara global melalui dunia maya. Tujuannya adalah untuk membangkitkan kepedulian publik terhadap dampak cahaya artifisial pada lingkungan dengan mengajak masyarakat terlibat aktif untuk mencoba sendiri perbedaannya. (diakses melalui www.globeatnight.org pada tanggal 18 Nopember 2014)

¹⁰ Partikel ini merupakan objek yang sangat kecil dengan ukuran sekitar 100 nm. Bahkan biasanya tidak terlihat oleh mata telanjang, namun partikel aerosol sangat mengganggu penglihatan, mempengaruhi iklim dan dapat menyebabkan permasalahan kesehatan pada manusia (Kokhanovsky, 2008: 1). Ukuran dari partikulat tersebut bermacam-macam, partikel asap rokok tembakau 0,01 nm-100 nm, debu insektisida 1,0 nm- 10 nm, debu semen 0,151 nm-100 nm dan debu batubara 1,0 nm-100 nm (Wiryono, 2013: 82)

Partikulat yang melayang-layang di udara disebut aerosol¹¹. Partikulat yang padat tersebut jika bersentuhan dengan cairan akan menjadi tetes-tetes kecil partikulat yang memiliki tingkat reaktif yang berbeda (Wiryono, 2013: 82).

Kandungan aerosol di permukaan merupakan massa utama yang berkontribusi sekitar 50% pada skala global. Partikel-partikel ini mendominasi konsentrasi jumlah aerosol. Sedangkan aerosol yang berasal dari luar angkasa, seperti debu kosmik dapat mempengaruhi sifat atmosfer di lapisan yang lebih tinggi, pada lapisan terkonsentrasinya aerosol tersebut (Kokhanovsky, 2008: 1). Berdasarkan laporan Landolt-Bornstein (1988) yang dikutip oleh Kokhanovsky (2008: 2), aerosol terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu: aerosol garam air laut (500-2000), gas atmosfer (345-2080), aerosol debu (7-1800), aerosol biologi (80), asap dari kebakaran hutan (5-150), aerosol debu vulkanik (4-90), aerosol anthropogenic (181-396). Nilai tersebut merupakan emisi yang dikeluarkan dalam 10^6 tons per tahun.

Perbedaan banyak sedikitnya kandungan aerosol pada setiap tempat tergantung kepada aktifitas dan tingkat polusi udara di tempat tersebut. Hasil penelitian Day, Malm & Kreidenweis (2011) menunjukkan bahwa besarnya rasio jumlah hamburan aerosol basah memiliki tingkat hamburan yang lebih besar, dibandingkan dengan hamburan aerosol kering. Sebagaimana Hadiwijaya dan Arumaningtyas (2011), menyatakan bahwa cahaya dari lampu-lampu kota

¹¹ Apabila konsentrasi dari partikel cukup tinggi sehingga mencapai 1%, maka partikel tersebut dapat dianggap sebagai awan dan memiliki sifat-sifat fisik yang berbeda dari pada cairan aerosol lainnya. Beberapa jenis aerosol yang berperan langsung terhadap iklim adalah debu, karbon, sulfat, dan garam laut yang masing-masing memperlihatkan ukuran dan kemampuan daya serap yang berbeda-beda.

akan naik ke atmosfer dan dihamburkan oleh aerosol dan bulir-bulir uap air. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air dalam aerosol akan meningkatkan rasio hamburan cahaya yang lebih banyak.

Efek tak langsung dari partikel-partikel aerosol terjadi ketika aerosol bertindak sebagai inti kondensasi awan yang menyebabkan awan bersifat lebih reflektif sehingga waktu hidupnya lebih lama. Aerosol memiliki sifat-sifat optis (*aerosol optical properties*) yang erat kaitannya dengan visibilitas dan radiasi Hamdl dkk (tt: 14). Kedua aspek ini tergantung kepada faktor distribusi ukuran, komposisi kimia dan kelembaban relatif dari aerosol. Hamburan cahaya oleh campuran aerosol tergantung pada jumlah air yang mampu diserap pada setiap kelembaban relatif yang diberikan (Malm, Day dan Kreidenweis, 2011: 701).

Hal ini mengindikasikan bahwa pada suatu wilayah yang memiliki kandungan aerosol basah yang tinggi, maka hamburan cahaya yang dihasilkan juga melimpah. Itulah sebabnya pada saat suasana mendung dan kandungan uap air di atmosfer tinggi, polusi cahaya akan semakin tinggi. Cahaya sendiri terdiri dari gabungan gelombang elektromagnetik yang memiliki frekuensi tinggi. Cahaya yang dipancarkan oleh sebuah sumber cahaya di dekat ketinggian horizon akan menempuh perjalanan jauh melewati atmosfer dan akan dihamburkan ke bawah tepat diatas lokasi pengamatan, bahkan pada radius jarak yang memungkinkan dari sumber pancaran (Narisada dan Schreuder, 2004: 129).

Schmidt (2002) sebagaimana dikutip Narisada dan Schreuder (2004: 129) menemukan bahwa pancaran cahaya ke atas yang dihasilkan oleh sebuah

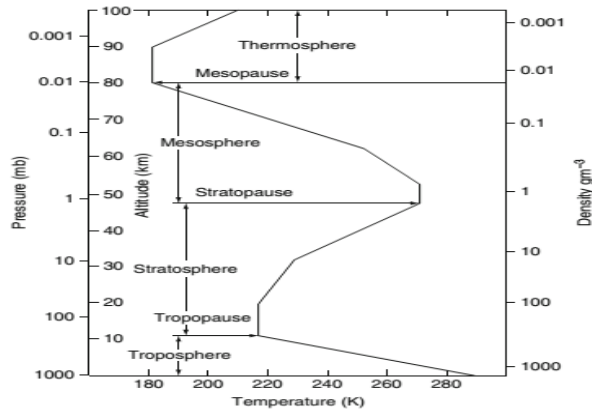
kota besar dapat terlihat pada jarak sekitar 100 km. Jangkauan yang lebih jauh dari itu agak lemah kuantitasnya terhadap peningkatan kecerahan langit malam hanya beberapa persen diatas *natural background radiation*. Oleh karena itu, lokasi observasi sebaiknya berada pada jarak yang jauh dari sumber polusi cahaya. Karena pada jarak yang dekat dengan lokasi pengamatan, polusi cahaya akan membiaskan objek langit dan melemahkan kemampuan optik untuk menangkap pancaran benda langit.

3. Peranan Lapisan Atmosfer dalam Polusi Cahaya

Atmosfer bumi merupakan lapisan gas yang menyelimuti bumi yang terdiri dari beberapa lapisan berdasarkan variasi suhu vertikal. Lapisan atmosfer paling bawah disebut troposfer yang berada antara permukaan bumi sampai pada ketinggian 8 km di daerah kutub dan 18-19 km pada ekuator (Lakitan, 2002: 10). Troposfer merupakan bagian terpenting bagi kehidupan, karena berhubungan langsung dengan permukaan bumi dan tempat berlangsungnya dinamika iklim¹². Lapisan kedua merupakan lapisan stratosfer yang berada pada ketinggian 50-60 km yang dipisahkan oleh tropopause yang bersuhu -60° - -80° . Semakin tinggi lapisan stratosfer, suhu semakin meningkat karena pada lapisan ini terdapat lapisan ozon yang membantu dalam menyerap radiasi (Lakitan, 2002: 11). Diatas lapisan stratosfer merupakan atmosfer tinggi yang terdiri dari lapisan mesosfer, termosfer, ionosfer dan eksosfer (Rafi'i, 1995: 31).

¹² Lapisan troposfer dalam ilmu metereologi tebagi menjadi : lapisan mikro, yaitu lapisan yang digunakan untuk kajian mikrometereologi atau mikroklimatologi yang berada pada 0,5 – 2 km ketebalannya. Troposfer tengah dan atas, yang pada umumnya memiliki nagka normal penyusutan suhu $0,4^{\circ}$ - $0,8^{\circ}$ tiap kenaikan tegak 100 meter. Lapisan ini tidak dipengaruhi angin dan suhu harian (Rafi'i, 1995: 31).

Gambar .2.7. Struktur vertikal atmosfer (Lakitan, 2002)



Setiap lapisan atmosfer dipisahkan oleh lapisan pemisah sesuai dengan karakteristiknya yaitu *tropopause* (lapisan antara troposfer dan stratosfer), *stratopause* (lapisan antara stratosfer dan mesosfer), *mesopause* (lapisan antara mesosfer dan termosfer) dan *thermopause* (lapisan antara termosfer dan ionosfer). Pemisahan struktur atmosfer tersebut dipengaruhi oleh gaya tarik bumi (Tjasyono, 2008:11), tekanan, suhu dan kepadatan udara (Lena,2008: 40). Di atas lapisan ionosfer masih merupakan batas atmosfer terluar yang batasannya tidak jelas. Lapisan ini menghubungkan antara atmosfer Bumi dengan angkasa luar.

Atmosfer bersifat kompressibel yaitu densitas (massa jenis) maksimum berada di permukaan tanah dan semakin menipis jika menjauhi permukaan sampai tidak terdefiniskan perbedaannya dengan planet lain (Tjasyono,2008: 11). Kandungan gas-gas atmosfer secara konsisten berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Penurunan konsentrasi gas atmosfer akan menyebabkan penurunan tekanan udara. Lapisan troposfer adalah lapisan

terbawah dari atmosfer yang ditandai penurunan temperatur dan terjadinya fenomena cuaca.

Troposfer sendiri berarti lapisan atau bulatan yang berubah-ubah karena lebih dari 89% massa atmosfer terdapat pada lapisan ini dan mempunyai cirri pencampuran vertikal yang kuat. Dengan pencampuran dengan fenomena cuaca, waktu tinggal rata-rata aerosol pada lapisan troposfer berkisar antara beberapa hari sampai minggu (Tjasyono, 2004: 120). Lebih lanjut Tjasyono (2004: 124) menyampaikan bahwa atmosfer selalu dikotori oleh debu¹³ yang konsentrasinya berkurang dengan bertambahnya ketinggian. Partikel debu yang bersifat higroskopis akan bertindak sebagai inti kondensasi. Adapun partikel debu utamanya adalah partikel garam, asap batubara atau arang.

Debu ini memiliki sifat menyerap, memantulkan dan menghamburkan radiasi yang datang (gelombang elektromagnetik). Debu atmosferik dapat tersapu ke permukaan bumi oleh curah hujan, akan tetapi akan diisi kembali dengan partikel debu. Oleh karena itu, pengamatan yang paling baik adalah setelah turun hujan ketika partikel debu tersebut sudah terurai dengan air hujan. Dengan larutnya partikel debu, udara akan kembali bersih dan kecerlangan langit juga akan meningkat.

¹³ Debu ialah istilah yang dipakai untuk benda yang sangat kecil sehingga tidak tampak kecuali dengan mikroskop. Jumlah kandungan debu berubah-ubah tergantung keadaan tempat. Di daerah pegunungan jumlah debu hanya beberapa ratus partikel per cm^3 akan tetapi di kota besar, daerah industry dan daerah kering, jumlah debu dapat mencapai 5 juta per cm^3 . Sedangkan kabut asap (*smog*) merupakan kabut tebal yang sering dijumpai di daerah industry yang lembab.

B. Permasalahan Polusi Cahaya di Indonesia

Dengan maraknya gerakan untuk mengendalikan polusi cahaya dan dampaknya, di Indonesia mulai mendapatkan kajian yang serius terhadap observatorium Boscha¹⁴. Selama perkembangan tahun 2000-2010 an, observatorium Boscha yang berada di kawasan Lembang, Bandung, Jawa Barat terus mengalami gangguan pengamatan berupa polusi cahaya. Hasil penelitian Herdiwijaya dan Armaningtyas (2011) menunjukkan bahwa tingkat cahaya polusi di Bandung lebih tinggi dari pada Cimahi, dan tingkat kecllangan langit terendah dicapai setelah malam yang mengindikasikan kegiatan ekonomi masih aktif sampai lewat tengah malam.

Dari penelitian Azzahidi, Irfan dan Utama (2011) di observatorium Boscha pada tanggal 6-9 Juli 2011, menunjukkan bahwa kecerahan langit di wilayah observatorium Boscha, ITB terhadap jarak zenit menunjukkan bahwa langit semakin terang dengan bertambah besarnya jarak zenit. Nilai pengukuran kecerahan langit tersebut mengalami penurunan kualitas kecerahan langit pada tahun 1999. Kecerahan langit terbesar untuk arah selatan (Kota Bandung), kemudian arah barat laut (Kota Lembang) dan paling kecil arah timur (pinggiran kota Lembang).

¹⁴ Observatorium Bosscha adalah sebuah Lembaga Penelitian dengan program-program spesifik. Dilengkapi dengan berbagai fasilitas pendukung, observatorium ini merupakan pusat penelitian dan pengembangan ilmu astronomi di Indonesia. Sebagai bagian dari Fakultas MIPA - ITB, Observatorium Bosscha memberikan layanan bagi pendidikan sarjana dan pascasarjana di ITB, khususnya bagi Program Studi Astronomi, FMIPA - ITB. Penelitian yang bersifat multidisiplin juga dilakukan di lembaga ini, misalnya di bidang optika, teknik instrumentasi dan kontrol, pengolahan data digital, dan lain-lain. Berdiri tahun 1923, Observatorium Bosscha bukan hanya observatorium tertua di Indonesia, tapi juga masih satu-satunya observatorium besar di Indonesia (diakses melalui www.boscha.itb.ac.id yang diakses tanggal 20 Nopember 2014)

Polusi cahaya biasanya terjadi di wilayah perkotaan yang memiliki tingkat termal tinggi, populasi pemukiman penduduk yang padat dan kegiatan industri yang menghasilkan limbah polusi udara yang tinggi. Di Indonesia jumlah penduduk diperkirakan mengalami peningkatan dua kali lipat selama 50 tahun. Dengan banyaknya jumlah penduduk, jumlah kebutuhan pun meningkat sehingga memerlukan lahan, pakaian, makanan dan transportasi¹⁵. Kota-kota besar yang padat penduduk dan industri merupakan tempat paling banyak terjadi polusi udara (Wiryono, 2013:75).

Sebagaimana kasus kota Jakarta yang ditulis oleh Marayoga, dalam Kabarindonesia.com (2010) menyampaikan bahwa dalam skala global, Jakarta adalah kota dengan tingkat polusi terburuk nomor 3 di dunia setelah Meksiko dan Thailand¹⁶. Kadar partikel debu (*partikulat matter*) yang terkandung dalam udara adalah 104 mikrogram per meter kubik sehingga berada di peringkat tertinggi nomor 9 dari 111 kota dunia yang disurvei oleh Bank Dunia pada tahun 2004. Dari hasil penelitian tentang model prediksi tingkat polutan pada jenis CO₂, HO,

¹⁵ Secara simultan, Indonesia menghadapi cepatnya urbanisasi yang langsung berpengaruh kepada pertumbuhan perumahan, gedung-gedung komersial, serta infrastruktur publik. Pada tahun 2010, 54% dari total populasi tinggal di daerah perkotaan, angka tersebut diperkirakan akan meningkat dan mencapai 67% pada tahun 2020. Konsumsi energi di sub-sektor perumahan dan komersia meningkat hingga 4%, sementara sub-sektor public meningkat 46% di tahun 2000 hingga 2009 (Munzinger, 2012:1)

¹⁶ Penyebab paling signifikan dari polusi udara di Jakarta adalah kendaraan bermotor yang menyumbang andil sebesar ±70 persen. Hal ini berkorelasi langsung dengan perbandingan antara jumlah kendaraan bermotor, jumlah penduduk dan luas wilayah DKI Jakarta. Berdasarkan data Komisi Kepolisian Indonesia, jumlah kendaraan bermotor yang terdaftar di DKI Jakarta (tidak termasuk kendaraan milik TNI dan Polri) pada bulan Juni 2009 adalah 9.993.867 kendaraan, sedangkan jumlah penduduk DKI Jakarta pada bulan Maret 2009 adalah 8.513.385 jiwa. Perbandingan data tersebut menunjukkan bahwa kendaraan bermotor di DKI Jakarta lebih banyak daripada penduduknya. Pertumbuhan jumlah kendaraan di DKI Jakarta juga sangat tinggi, yaitu mencapai 10,9 persen per tahun. (<http://www.kabarindonesia.com/berita.php?pid=4&dn=20100304125156> diakses tanggal 20 Nopember 2014)

dan NO_x memberikan tingkat hubungan yang sangat signifikan terhadap polusi udara yang berasal dari emisi kendaraan bermotor, mobil penumpang, mobil bus dan mobil barang (Suryanto, 2012: 3).

Sedangkan dalam kasus kota Surabaya, Boediningsih (2011: 124) menyampaikan bahwa dampak dari kepadatan lalu lintas di Surabaya di samping menimbulkan polusi udara juga menimbulkan polusi suara oleh emisi kendaraan bermotor yang merupakan unsur-unsur kimia dalam udara bebas yang melampaui kandungan alami yang semakin lama dapat menurunkan kualitas udara bebas. Hal tersebut disebabkan bertambah dan penggunaan alat transportasi yang tidak diimbangi dengan pengaturan yang sesuai. Ditambah dengan banyaknya industri pabrik yang menambah peningkatan polusi udara.

Polusi udara merupakan penyumbang partikulat debu terbesar yang merupakan bagian aerosol sebagai inti kondensasi dalam pembentukan awan. Konsentrasi aerosol turun tajam dengan bertambahnya ukuran aerosol yang didominasi oleh aerosol yang lebih kecil dengan diameter kurang dari 0,2 μm yang disebut *inti Aitken*. Distribusi dari jumlah (ukuran) aerosol menunjukkan bahwa konsentrasi aerosol secara rata-rata paling besar terdapat dalam udara kota yang tercemar dan yang paling kecil dalam udara laut (Tjasyono, 2008: 114-115).

Peningkatan konsentrasi dari aerosol akan mampu menangkap dan menghamburkan cahaya baik yang berasal dari luar maupun dari permukaan bumi. Cahaya yang dihamburkan dari luar bumi, seperti Matahari akan teramati menjadi hamburan cahaya senja (*twilight* atau *syafaq*), sedangkan hamburan cahaya dari

permukaan bumi merupakan polusi cahaya atau *sky glow*. Semakin banyaknya konsentrasi dari aerosol, akan lebih banyak menyerap cahaya yang ditangkap.

Di Indonesia penggunaan lampu masih di dominasi oleh jenis lampu dengan tingkat efisiensi kurang baik. Commonwealth of Australia 2005, REEP 2009 sebagaimana dikutip Munzinger, Brocker dan Supriadi (2012), menyatakan bahwa penerangan jalan di Indonesia diperkirakan mengeluarkan emisi dalam porsi yang signifikan. Total emisi kota Surakarta sebesar 77%, Yogyakarta sebesar 82%, Pekalongan sebesar 76% dan Salatiga sebesar 20%. Alternatif pemilihan jenis lampu yang baik adalah lampu dengan emisi LED yang memiliki kemampuan visual peripheral dan pengurangan emisi, memancarkan cahaya putih, menghasilkan pencahayaan *scotopic* daya tinggi dan pencahayaan *photopic* yang rendah.

Lampu jenis Metal Halide (MH) atau HPS merupakan penyebab utama polusi cahaya dibandingkan dengan LED yang jika dilakukan penyinaran yang efektif, maka efisiensi optik dan efikasi penyinaran yang tinggi serta perlindungan terhadap silau yang lebih baik untuk *backlight* (cahaya dari belakang) maupun *uplight* (cahaya ke atas) (Lewin, 2000: 18). Dengan memaksimalkan desain arah pencahayaan dan penggunaan jenis lampu yang lebih efisien, maka akan mengurangi tingkat polusi cahaya.

Kasus terhadap penerangan di Indonesia dilakukan oleh OSRAM terhadap beberapa kota di Jawa untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan lampu konvensional berdasarkan tipe lampu yang digunakan (Munzinger, Brocker dan Supriadi, 2012) menghasilkan:

a. Probolinggo

Berdasarkan data mengenai lampu penerangan jalan, penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 3.125, HPS 150W sebanyak 875, Duluxstar 45W sebanyak 525 dan HWL 160W sebanyak 525. Hal ini menunjukkan penggunaan biaya energi/ kWh sebesar 775 dengan emisi karbon 0,725.

b. Malang

Penggunaan lampu Merkuri 125W sebanyak 438, Merkuri 250W sebanyak 2.740, HPS 150W sebanyak 400, HPS 250W sebanyak 1.643 dengan biaya energi/ kWh 820 dan variable produksi CO₂ 0,725 dan operasi perhari selama 12 jam/ hari.

c. Mojokerto

Penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 757, HPS 70W sebanyak 155, HPS 150W sebanyak 235, HPS 250W sebanyak 665 dan TL 35W sebanyak 39 buah. Biaya energi yang dikeluarkan sebesar 885 dengan variable produksi CO₂ 0,725.

d. Yogyakarta

Penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 140, HPS 70W sebanyak 3.557, HPS 150W sebanyak 3.166, HPS 250W sebanyak 1.554 buah dengan biaya energi /kWh sebesar 820 dan variabel produksi CO₂ 0, 725 dan lama operasi 12 jam per hari.

e. Surakarta

Data penerangan lampu jalan di Surakarta, menunjukkan penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 12.318, HPS 70W sebanyak 200, HPS 250W

sebanyak 1.750, TL 35W sebanyak 442, Duluxstar 45W sebanyak 419 dan Bulb 200W sebanyak 171 buah. Biaya energi / kWh sebesar 820 dengan variabel produksi CO₂ 0,725.

f. Semarang

Berdasarkan data terkumpul mengenai penerangan jalan penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 2.193, HPS 70W sebanyak 25.681, HPS 150W sebanyak 22.927, HPS 250W sebanyak 10.561 dengan biaya energi /kWh sebesar 945 dan variabel produksi CO₂ 0,725.

g. Pekalongan

Data penerangan lampu jalan di Pekalongan menunjukkan penggunaan lampu Merkuri 250W sebanyak 5.140, HPS 70W sebanyak 150, HPS 150W sebanyak 400 dan HPS 250W sebanyak 1000. Biaya energi per /kWh sebesar 820 dan variabel produksi CO₂ 0,725.

Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa penggunaan lampu berbahan Merkuri dan HPS masih banyak digunakan. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat polusi cahaya di setiap kota tersebut tergolong tinggi, dengan tingkat polusi cahaya yang paling tinggi di kota Semarang dengan penggunaan lampu jenis Merkuri dan HPS mencapai 61.362 buah. Karena menurut tipe dari pencahayaan lumen berdasarkan kemampuan penglihatan manusia, lampu berbahan LPS dan HPS memiliki tingkatan yang kurang baik dengan spektrum cahaya kuning yang dihasilkan (Lewin, 2000: 18). Pada pengamatan astronomi, spektrum cahaya kuning yang dipancarkan oleh lampu berjenis LPS dan HPS akan menyebabkan hamburan cahaya oleh aerosol dominan berwarna kuning.

C. Kajian tentang Rukyat

1. Rukyat dalam Tinjauan Fiqih

Penggunaan rukyat berangkat dari persoalan metode penetapan awal Ramadan, Syawal dan Zulhijah dalam kalender Hijriah. Rukyat yaitu melihat atau mengamati hilal pada saat Matahari terbenam menjelang bulan Kamariah dengan mata atau teleskop (Kemenag RI, 2010: 281). Anwar (2011: 56), rukyat yaitu mengamati bulan secara langsung pada hari ke-29 (malam ke-30) bulan berjalan. Jika bulan terlihat, maka malam itu dan keesokan harinya dinyatakan sebagai bulan baru dan apabila hilal tidak terlihat, maka malam itu dan keesokan harinya dijadikan hari ke-30 bulan berjalan dan bulan baru dimulai lusa.

Hilal merupakan bulan sabit pertama yang bisa diamati oleh mata. Penetapan hilal sebagai acuan dalam perhitungan waktu telah disampaikan Allah swt, sebagaimana al Quran menyebutkan dalam surat al Baqarah ayat 189 memaparkan:

يَسْأَلُونَكَ عَنِ الْأَهْلِ قُلْ هِيَ مَوَاقِيتُ لِلنَّاسِ وَالْحَجِّ

“ Mereka bertanya kepadamu tentang bulan sabit. Katakanlah: “Bulan sabit itu adalah tanda-tanda waktu bagi manusia dan (bagi ibadat) haji.” (DEPAG,2005: 30).

Dalam memberikan makna *الأهلة*, al-Aziz (1985: 322) memaparkan bahwa *الأهلة* merupakan bentuk jamak dari *هلال* yang merupakan sebutan untuk malam pertama, kedua dan ketiga yang kemudian setelah itu disebut *qamar*.

Perubahan yang jelas dari hari ke hari, maka hilal digunakan sebagai penentu waktu ibadah.

Dalam tafsir Ibn Kaṣīr (tt: 211/1) yang di-*tahqiq* oleh Abd al-Baqī, Faḍl al-‘Ajmaḥī dan Quṭb, sebagaimana Abu Ja’far, bahwa makna dari أهلة menunjukkan pedoman dalam penentuan waktu puasa, idul fitri, masa ‘iddah dan waktu pembayaran hutang. Abd al-Razaq meriwayatkan dari Ibn Umar bahwa أهلة sebagai penunjuk waktu dalam berpuasa dan beridul fitri dengan melihat hilal.

Dalam kajian ilmu falak, keberadaan hilal dan kenampakannya menjadi satu hal yang paling penting dalam penentuan waktu, khususnya bulan Hijriah yang menganut *lunar sistem* yaitu penentuan waktu yang berdasarkan pada perubahan fase-fase kenampakan bulan dan peredaran bulan mengelilingi bumi. Hilal diposisikan sebagai penentu awal bulan Kamariah. Dasar penggunaan metode penetapan awal bulan ini merujuk kepada hadis Nabi saw dalam penetapan awal puasa dan Idul Fitri. Adapun beberapa hadis tentang rukyat sebagai berikut;

a. Hadis yang diriwayatkan Muslim

عن ابن عمر رضى الله عنهما قال قال رسول الله صلى الله عليه و سلم الشهر تسعة وعشرون فإذا رأيتموا الهلال فصوموا وإذا رأيتموه فأفطروا فإن غم عليكم فأفدروا له (رواه مسلم)

“Dari Ibnu Umar ra berkata: Bersabda Rasulullah saw; satu bulan itu duapuluh sembilan hari, maka ketika kamu sekalian melihat hilal, maka berpuasalah. Dan bila kamu melihat hilal, maka berbukalah. Bila hilal tertutup awan, maka kadarkanlah. (Muslim, tt: 3/ 122)

عَنْ ابْنِ عُمَرَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا أَنَّ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ذَكَرَ رَمَضَانَ فَضَرَبَ بِيَدَيْهِ فَقَالَ الشَّهْرُ هَكَذَا وَهَكَذَا وَهَكَذَا ثُمَّ عَقَدَ إِبْهَامَهُ فِي الثَّلَاثَةِ فَصُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ أُغْمِيَ عَلَيْكُمْ فَأَفْطِرُوا لَهُ ثَلَاثِينَ (رواه مسلم)

“Dari Ibn Umar ra, bahwasanya Rosululloh saw menuturkan tentang bulan Ramadan, maka beliau menunjukkan dengan kedua tangannya dan bersabda:” satu bulan itu demikian, demikian dan demikian. Kemudian beliau melipat ibu jarinya pada hitungan yang ketiga. Maka berpuasalah kamu sekalian karena melihat hilal dan berbukalah karena melihatnya. Jika terhalang mendung olehmu, maka takdirkanlah ia tigapuluh hari.” (Muslim, tt: 3/122)

b. Hadis yang diriwayatkan Bukhari

سَمِعْتُ أَبَا هُرَيْرَةَ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ يَقُولُ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَوْ قَالَ قَالَ أَبُو الْقَاسِمِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ صُومُوا لِرُؤْيَيْهِ وَأَفْطِرُوا لِرُؤْيَيْهِ فَإِنْ غُبِيَ عَلَيْكُمْ فَأَكْمَلُوا عِدَّةَ شَعْبَانَ ثَلَاثِينَ (رواه بخارى)

“Saya mendengar Abu Hurairah ra berkata: Nabi saw bersabda, atau dia berkata: bersabda Abu al Qasim saw: berpuasalah karena melihatnya (hilal) dan berbukalah karena melihatnya. Maka jika terhalang olehmu, maka sempurnakanlah bilangan Syakban menjadi tiga puluh hari.” (Bukhari, tt: 2/ 33)

c. Hadis yang diriwayatkan Nasa’i

أَنَّ عَبْدَ اللَّهِ بْنَ عَمْرٍو، قَالَ: سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: " إِذَا رَأَيْتُمُوهُ، فَصُومُوا، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ، فَافْطِرُوا، فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ، فَاقْدُوا لَهُ (رواه نسائي)

“Bahwasanya ‘Abdullah bin Umar berkata:“Saya mendengar Rosulullah saw bersabda:” Ketika kalian melihat hilal, maka berpuasalah. Dan ketika kalian melihat hilal, maka berbukalah, dan jika terhalang olehmu, maka takdirkanlah ia.” (Nasa’i, 2001: 3/100)

d. Hadis yang diriwayatkan Ibn Majah

عَنْ أَبِي هُرَيْرَةَ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ : إِذَا رَأَيْتُمُ الْهِلَالَ فَصُومُوا ، وَإِذَا رَأَيْتُمُوهُ فَافْطِرُوا فَإِنْ غَمَّ عَلَيْكُمْ فَصُومُوا ثَلَاثِينَ يَوْمًا (رواه ابن ماجه)

“Dari Abi Hurairah ra berkata: Rosululloh saw bersabda,“Bila kalian melihat hilal, maka berpuasalah kalian dan Bila kalian melihat hilal, maka berbukalah. Dan jika hilal itu tertutup awan, maka berpuasalah kaliah tiga puluh hari.” (Ibn Majah, tt:181)

Berdasarkan interpretasi dari pemaknaan hadis tersebut, Kirmani (1981: 9/85) menuturkan bahwa illat dari kewajiban puasa adalah dengan rukyatul hilal dengan syarat adanya kesaksian rukyat. Hasil dari rukyat harus diinformasikan kepada umat di suatu wilayah berdasarkan waktu daerahnya, bukan di wilayah yang lain karena setiap daerah memiliki perbedaan dalam ketinggian dan kerendahan hilal. Apabila terdapat kendala dalam rukyat – dalam redaksi lafadz *غيم* - karena tidak terlihatnya cahaya hilal oleh mendung ataupun jenis penghalang lain yang menutupinya, maka diperintahkan untuk mentakdirkan bilangan bulan menjadi tiga puluh hari (*istikmal*). Perintah pentakdiran bilangan bulan ini, berdasarkan atas fase dan pergerakan bulan yang menunjukkan bahwasanya bulan berumur 29 atau 30 hari.

Nawawi (1929: 7/189-190) menyatakan bahwa maksud dari perintah rukyat dalam hadis-hadis tersebut, cukuplah dilakukan oleh sebagian kaum muslim saja. Adapun adanya redaksi terkait kendala rukyat, maka diperintahkan untuk menggenapkan bilangan bulan menjadi tiga puluh hari. Nawawi mencatat terdapat redaksi *أُغْمِي عَلَيْكُمْ*, ... *غَمَّ عَلَيْكُمْ*, ... *غَمِّي عَلَيْكُمْ*, dan ... *غَمِّي عَلَيْكُمْ* yang berada dalam kitab ini, dan dalam Bukhari menggunakan redaksi ... *غُبِّي عَلَيْكُمْ*... Pemaknaan “*فإن غم عليكم*” dengan menggunakan redaksi *غَمَّ*, *أُغْمِي*, *غَمِّي* ataupun dengan redaksi *غُبِّي*, semuanya bermakna suatu keadaan antara orang yang melihat hilal dengan hilal terdapat mendung (*غيم*), sedangkan redaksi *غُبِّي* lebih bermakna terhalangi (Al Syaerozi, 1992: 226).

Al Asqalani (2005: 5/239) memberikan pemaknaan terhadap hadis tersebut, bahwasanya dengan melihat *ḍahirnya* hadis jumhur ulama mewajibkan puasa ketika rukyat berhasil melihat hilal baik malam atau siang hari, akan tetapi penerapan hasil tersebut untuk keesokan harinya. Sebagian ulama membedakan antara terlihatnya hilal sebelum dan sesudah *zawal*¹⁷. Faktor yang harus dipertimbangkan dalam rukyat yaitu adanya faktor *غيم*. Adapun adanya perbedaan redaksi hadis, dimaksudkan adanya perbedaan hukum antara keadaan langit yang cerah dan mendung. Rukyat tergantung pada kecerahan langit, sedangkan ketika mendung maka terdapat konsekuensi lain¹⁸.

Al Mawardi (1994: 3/411), menuturkan rukyat yang dilakukan pada *yaum al syak* oleh dua orang saksi yang adil, maka hasil rukyat tersebut untuk malam berikutnya, baik rukyat itu dilakukan sebelum atau sesudah *zawal*. Jika hilal terlihat sebelum *zawal*, maka hilal tersebut merupakan hilal malam sebelumnya dan jika terlihat sesudah *zawal*, maka hilal tersebut adalah hilal untuk malam berikutnya¹⁹. Al Syaerozi (tt: 1/328) menyatakan bahwa tidak

¹⁷ Menurut ulama Hanafiyah, rukyatulhilal sebelum *zawal* dan sesudah *zawal* tidak *mu'tabar*, sehingga wajib bagi wilayah timur untuk mengikuti rukyat wilayah sebelah baratnya (Zuhaili, 1985: 3/606)

¹⁸ Ar Raḳbi (1995: 328) dalam menerangkan *syarh gharib al muḥaḍab*, mengatakan bahwa maksud dari *غيم* pada lafadz hadis adalah bermakna tertutup mendung atau hamburan debu. Maksud penghalang (sesuatu yang menutupi) tersebut yaitu sesuatu yang menjadikan tertutupnya warna cahaya hilal. Disebut dengan *غمام* karena menutupi langit. Pemaknaan ini dimaksudkan untuk segala sesuatu yang dapat menghalangi terlihatnya cahaya hilal, baik karena mendung, hamburan debu atau hamburan cahaya yang dapat membiaskan cahaya hilal tersebut.

¹⁹ Penyandaran ini didasarkan pada fase bulan, yaitu hilal seharusnya disandarkan pada malam. Oleh karena itu, terlihatnya hilal pada siang hari tersebut seyogyanya disandarkan pada waktu yang terdekat dengannya. Ketika hilal terlihat sebelum *zawal*, waktunya lebih dekat kepada malam sebelumnya, maka seharusnya menyandarkan bulan tersebut untuk malam sebelumnya. Begitu juga sebaliknya, jika hilal terlihat sesudah *zawal*, maka hilal tersebut disandarkan pada malam berikutnya karena waktu yang lebih dekat ke malam berikutnya. Hal ini sebagaimana pernyataan Imam

wajib puasa kecuali dengan rukyatulhilal, jika tertutup mendung, maka wajib untuk menyempurnakan Syakban menjadi 30 hari. Ketika seseorang menyangka bahwasanya keesokan hari merupakan tanggal 30 Syakban, dan faktanya hari itu sudah masuk bulan Ramadan, maka wajib baginya untuk meng-*qada*-nya.

Al Zarkasyi (2009: 2/7) bahwasanya rukyatul hilal merupakan syarat dalam penentuan awal dan akhir puasa Ramadan, karena terdapat pelarangan puasa pada *yaum al syak*. Menurut Abu Daud sebagaimana dikutip al Zarkasyi (2009:2/7) keadaan ini terjadi dalam dua pengertian yaitu hari tidak puasa ketika tidak terhalang terlihatnya hilal karena mendung atau pun hari berpuasa ketika terhalang terlihatnya hilal karena mendung. Dengan kata lain ketika orang-orang telah membicarakan sudah terlihatnya hilal dan dalam keadaan yang cerah, akan tetapi belum ada ketetapan dari pemerintah untuk melaksanakan puasa. Atau pun ketika tidak ada kesaksian terlihatnya hilal dan dalam keadaan mendung, akan tetapi ada penetapan pemerintah untuk melaksanakan puasa²⁰.

Zuhaili (1985: 3/604) dalam penentuan Ramadan, menurut Hanafiyah diwajibkan untuk mencari hilal pada tanggal 29 Syakban dan untuk hilal Syawal guna menyempurnakan perhitungan. Sedangkan Hanabilah, menuturkan sunnah rukyatul hilal untuk kehati-hatian berpuasa (*ihtiyat*) dan

Ahmad bin Hambal yang dikutip al Mawardi (1994: 3/ 411). Hilal yang terlihat pada hari ke-30 atau *yaum al syak*, maka hilal tersebut berlaku untuk malam berikutnya, baik sebelum atau sesudah *zawal*. Ketika hilal tersebut terlihat, maka dilarang untuk berbuka sebelum ada kesaksian hilal sudah terlihat pada hari sebelumnya (al Ruyani, 2002:267-268)

²⁰ Berdasarkan pengertian ini, adanya *yaum al syak* dapat terjadi karena adanya faktor keadaan cuaca pada waktu rukyat karena pemaknaan dari غيم sama dengan mendung atau awan. Sebagian ulama *mutaakhirin* menyampaikan bahwa *yaumu al syak* juga bisa terjadi pada keadaan cerah, akan tetapi tidak ada laporan terlihatnya hilal sampai lewatnya waktu rukyat. Dalam hal ini otoritas pemerintah menjadi syarat penting, karena ketika pemerintah mewajibkan untuk berpuasa, maka sudah tidak ada keraguan pada pemerintah.

kehati-hatian dari *ikhtilāf*. Al-Ruyani (2002: 265) menyampaikan bahwa kewajiban puasa dengan syarat adakalanya dengan rukyatulhilal dan adakalanya dengan penggenapan bulan Syakban 30 hari. Karena dengan rukyatul hilal akan diperoleh keyakinan sebagai implementasi dari nas dan kebenaran. Oleh karena itu, tidak ada syarat lain yang mewajibkan karena tidak akan diperoleh keyakinan itu kecuali dengan rukyat seseorang dan mengetahui keberadaan hilal secara pasti.

Dari beberapa pandangan yang diutarakan oleh ulama-ulama tersebut, bahwasanya para Imam mazhab empat sepakat bahwa awal Ramadan dan Syawal ditetapkan berdasarkan rukyatulhilal atau dengan *istikmal*. Penggunaan *istikmal* dipergunakan jika langit mendung dan hilal tidak dapat terlihat. Akan tetapi penetapan puasa dengan *istikmal* masih banyak diperselisihkan para ulama, terutama dalam pemahaman dan penafsiran dari teks dan redaksi hadis yang berbeda karena perbedaan periwayatan. Para ulama hadis tidak mempersoalkan permasalahan redaksi *faqdurū lahu* atau permasalahan adanya keterangan angka 30 (Zuhri, 2008: 4).

2. Perkembangan Rukyat dan kriteria *Imkānurrukyat* di Indonesia

Hilal adalah bulan sabit yang tampak, yang merupakan fenomena rukyat (observasi) sebagaimana perintah al Quran dalam surat al Baqarah: 189. Tanda-tanda awal bulan yang berupa hilal bisa dilihat dengan mata (ruk yat) dan juga bisa dihitung (hisab) berdasarkan rumusan keteraturan perubahan fase-fase bulan dan data-data rukyat sebelumnya tentang kemungkinan hilal bisa di rukyat (Djamaludin, 2011:5). Akan tetapi, perkembangan yang terjadi di Indonesia

adalah terjadinya perbedaan hari raya yang disebabkan penggunaan kriteria yang tidak seragam. Peran rukyat dalam penentuan awal Ramadan terdapat perbedaan pendapat yaitu termasuk bidang *ta'abudi* atau *ta'aqquli*²¹.

Menurut praktik yang sudah berlangsung, pemerintah melalui Kementerian Agama menerapkan kebijakan dalam penentuan awal bulan Hijriah, khususnya bulan Ramadan, Syawal dan Zulhijah. Berdasarkan kerjasama antara negara-negara MABIMS, dikemukakan bahwa takwim Hijriah ditentukan berdasarkan hisab dengan catatan kemungkinan hilal dapat teramati (*imkānurrukyat*), bahwa tinggi bulan sudah 2⁰ diatas ufuk, jarak matahari-bulan minimal 3⁰ dan umur bulan setelah ijtimak minimal 8⁰²². Penetapan ini dimaksudkan hanya untuk penyusunan kalender Hijriah, bukan untuk kepastian bahwa hilal dapat diamati (Widiana, 2000) sebagaimana dikutip Utama dan Siregar (2013).

Mengenai sistem *imkānurrukyat* ini, Izzudin (2007: 91) menyampaikan bahwa kriteria ini terilhami oleh adanya batas *imkānurrukyat* 2 derajat yang telah diputuskan oleh MABIMS. Sesuai dengan Musyawarah ahli hisab rukyat dan ormas tentang kriteria *imkānurrukyat* tanggal 28 Desember 1998

²¹ Al Qalyubi sebagaimana dikutip oleh Kemenag RI (2010) menuturkan bahwa masalah penentuan awal Ramadan dan Syawal adalah pendapat penetapan bulan tersebut termasuk *ta'abbudi* atau *ta'aqquli*. Jika termasuk *ta'abbudi* maka rukyat dapat dilakukan dengan mata bugil sesuai dengan lahir teks hadis dan praktek Nabi saw. Jika termasuk *ta'aqquli*, maka makna rukyat dalam redaksi hadis adalah adanya dugaan kuat ada kemungkinan hilal dirukyat atau wujud. Oleh karena itu, penentuan awal Ramadan dapat ditentukan berdasarkan laporan seorang ahli yang adil tentang terlihatnya hilal atau perhitungan secara astronomis kemungkinan hilal dilihat atau wujud (Kemenag RI, 2010: 35-36).

²² Penetapan kriteria *imkānurrukyat* merupakan upaya pemerintah dalam rangka mengakomodir semua pihak dengan mendekati atau menjembatani kedua mazhab hisab dan rukyat serta memadukan keduanya dengan berupaya agar hasil hisab sesuai dengan rukyat dan rukyat sesuai dengan data hisabnya, karena objek kajian sama yaitu hilal (Izzudin, 2007: 153)

memutuskan diantaranya, kesaksian rukyat dapat diterima apabila ketinggian hilal 2^0 , jarak ijtimak ke terbenam matahari minimal 8 jam. Jika ketinggian hilal kurang dari 2^0 , maka awal bulan tidak dapat ditetapkan, sedangkan jika ketinggian hilal 2^0 atau lebih, maka awal bulan dapat ditetapkan. Akan tetapi adanya kriteria tersebut belum mendapat kesepakatan, terutama organisasi Nahdlatul Ulama (NU) dan Muhammadiyah.

Menurut hasil kajian Hambali (2012), tercatat bahwa mulai tahun 2006 M/ 1427 H sampai dengan tahun 2012, hampir semua ormas Islam dalam menetapkan awal Ramadan, Syawal dan Zulhijjah bersamaan dengan ketetapan pemerintah walaupun dengan acuan kriteria yang berbeda-beda kecuali Muhammadiyah dan kelompok-kelompok kecil²³. Upaya pemerintah dalam menyelesaikan permasalahan ini, dilakukan dengan melakukan pelatihan hisab rukyat dengan melibatkan berbagai kalangan, pembentukan BHR tingkat nasional tahun 1972 dan pengadaan seminar-seminar dan lokakarya-lokakarya dalam rangka penyatuan perbedaan tersebut.

Dalam tatanan praktis, *imkānurrukyāt* merupakan kemungkinan hilal dapat dilihat pada ketinggian tertentu berdasarkan keberhasilan rukyatul hilal yang dilakukan selama ini (Widiana, 2007: 105). Akan tetapi, menurut data astronomi hanya hilal dengan luasan mencapai 1% atau lebih dari pada luas Bulan purnama yang dapat diamati. Bagi para astronom, batas ketinggian hilal dan umur Bulan dengan kriteria *imkānurrukyāt* tersebut belum mendapat

²³ Kelompok-kelompok kecil tersebut diantaranya an Nazir di Gowa Sulawesi Selatan dengan acuan pasang surut air laut, Naqsabandi di Padang dengan hisab urfi, Hisbut Tahrir dengan rukyat global dan Sattariyah dan Khalidiyah dengan hisab urfi dan aboge (Hambali, 2012:144).

verifikasi ilmiah (Utama dan Siregar, 2013). Sehingga banyak terjadi pergulatan tentang kriteria visibilitas hilal yaitu sebuah kriteria untuk menentukan batas hilal dapat teramati atau dapat dirukyat dengan menggunakan mata bugil ataupun dengan alat.

Dalam permasalahan terkait dengan rukyat, terutama Nahḍatul Ulama akan menolak hasil rukyat jika semua ahli hisab dengan dasar-dasar yang qath'i sepakat tidak adanya *imkānurrukyat* dan jumlah ahli hisab mencapai batas mutawatir (Sekjend PBNU, 1994). Pelaksanaan rukyat di Indonesia sangat tergantung kepada kriteria visibilitas hilal, walaupun tidak secara mutlak karena letak geografis dan iklim tropis Indonesia. Djamaludin (2011:18) mengusulkan kriteria visibilitas hilal dengan kriteria umur hilal harus > 8 jam, jarak sudut Bulan-Matahari harus $> 5,6^0$ dan beda tinggi $> 3^0$ (tinggi hilal $> 2^0$) untuk beda azimut $< 6^0$. Akan tetapi bila beda azimutnya $< 6^0$ perlu beda tinggi yang lebih besar lagi. Untuk beda azimut 0^0 , beda tinggi harus $> 9^{024}$.

Secara teknis dengan adanya kriteria *imkānurrukyat* akan mendekatkan kepada keberhasilan rukyat di Indonesia, mengingat kegiatan rukyat sendiri masih menyisakan banyak problematika. Kendala ini karena masih ada kontroversi tentang keberhasilan rukyat dari suatu lokasi rukyat yang sama atau berbeda. Selain faktor kesulitan di lapangan dan ekonomisasi peralatan,

²⁴ Dengan mengambil limit Danjon untuk aspek fisik hilal dengan alat optik sebagai alat pengamatan sebesar $6,4^0$. Dan menambahkan aspek kontras latar depan di ufuk barat dengan menggunakan batas bawah beda tinggi Bulan-Matahari dari Ilyas, Caldwell dan Laney yaitu minimal 4^0 . Sehingga kriteria yang ditawarkan Djamaludin (2000) untuk wilayah Indonesia secara sederhana adalah jarak sudut Bulan-Matahari $> 6,4^0$ dan beda tinggi Bulan-Matahari $> 4^0$.

kekeliruan dalam pelaksanaan rukyat masih memungkinkan untuk terjadi. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan pelaksanaan operasional rukyat.

PBNU sebagai organisasi yang berpegang pada rukyat dan hisab digunakan sebagai panduan dalam pelaksanaan rukyat, telah membuat “Pedoman Rukyat dan Hisab” yang merujuk kepada berbagai hadis dan pendapat ulama yang tetap berpegang teguh pada hasil rukyatulhila atau istikmal dalam penetapan awal bulan Kamariah. Akan tetapi, hasil rukyat sendiri pun dapat ditolak jika tidak memenuhi standar teknis rukyat dan berbeda dengan hasil hisab. Selain itu, dalam tubuh NU sendiri pun telah berijtihad dalam memaknai hilal dengan mengizinkan hisab sebagai pengontrol hasil rukyat yang terkecoh oleh objek lain yang bukan hilal (Djamaludin, 2005:101).

D. Kendala Dalam Pelaksanaan Rukyat

Pada masa Nabi saw, pengamatan hilal dilakukan dengan cara yang sederhana sebagaimana yang tertuang dalam hadis-hadis. Pengertian pemaknaan rukyat merupakan suatu proses “melihat hilal” dengan mata bugil, tanpa alat dan hanya melihat ke arah ufuk Barat tempat terbenam Matahari yang tidak tertuju pada posisi tertentu (Depag, 1995: 3). Rukyat yang lazim dilakukan oleh perukyat mulai dan sudah menggunakan teleskop, teropong atau binokuler. Akan tetapi laporan terlihatnya hilal masih bersifat subjektif karena tidak terdapat bukti objektif yang tidak terbantahkan oleh siapapun (Ruskanda, 1994:25).

Di Indonesia, penetapan awal dan akhir Ramadan berpatokan pada visibilitas hilal kriteria Depag atau dalam dunia internasional dikenal dengan sebutan Kriteria Indonesia (Salimi, 2005:4). Permasalahan yang dihadapi dalam

permasalahan rukyat ketika disandarkan pada redaksi hadis فإن غمّ عليكم , maka sangat terkait dengan keadaan cuaca. Kondisi meteorologi atau cuaca merupakan penunjang utama dan sebagai bahan pengecekan tentang kesahihan keberhasilan rukyat.

Dalam tatanan praktis, penetapan puasa dan hari raya oleh Kemenag RI diputuskan dalam sidang *isbat* berdasarkan kriteria *imkānurrukyat*. Dari penelitian Widiana (1994: 83) menghasilkan bahwa penetapan awal Ramadan, Syawal dan Zulhijjah yang di dasarkan pada sidang *isbat* lebih banyak berdasarkan laporan rukyat. Manakala *isbat* pemerintah hanya berdasarkan pada *imkānurrukyat* akan terjadi permasalahan bila ketinggian bulan berada pada angka kritis yaitu tinggi bulan dibawah batas minimal *imkānurrukyat* dua derajat (Maskufa dan Widiana, 2013: 76-77). Diperlukan upaya rukyat yang sungguh-sungguh pada batas minimal ketinggian hilal ini. Selain itu, posisi Matahari dan Bulan saat terbit dan terbenam mempunyai ketinggian yang rendah terhadap medan pandang sepanjang horizon.

Pengaruh atmosfer dan kondisi lokal seperti refraksi, kerapatan atmosfer, temperatur dan lingkungan geografis akan menyebabkan perbedaaan indeks bias setiap lapisan atmosfer yang dapat mengurangi tingkat akurasi, sehingga posisi Matahari dan Bulan yang diperoleh merupakan posisi semu. Kondisi lokal ini meliputi keadaan geografis dan cuaca pada suatu lokasi rukyat, yang meliputi tata letak geografis, topografi (pantai, pegunungan atau dataran),

lingkungan geografis (perkotaan atau pedesaan), ketinggian lokasi rukyat dan perubahan cuaca.

Proses pelaksanaan rukyatulhلال tidak hanya berbuat untuk melihat hilal semata, namun juga diperlukan penguasaan pencocokan waktu, penentuan arah geografis, pengukuran ketinggian suatu benda langit dan sebagainya (Depag, 1995:10). Dalam pelaksanaan rukyat, Kemenag RI, membagi metode pelaksanaan rukyat ke dalam tahap perencanaan, pengorganisasian, pelaksana dan koordinasi dan pengawasan. Teknik perencanaan harus mempersiapkan lokalisir data kedudukan bulan (Kemenag, 2010:203), penentuan lokasi, penentuan waktu, pelaksana, peralatan, data dan teknik pelaksanaan rukyat (Depag, 1995: 11).

Fathurrahman (2013), memperinci teknis rukyat dengan perencanaan dan lokalisir kedudukan hilal secara praktis. Tahapan pertama dengan penetapan lokasi pengamatan hilal berdasarkan koordinat geografis dan tinggi tempat. Tahapan kedua lokalisir kedudukan Bulan dan Matahari, yang meliputi posisi dan waktu ijtimak, posisi bulan saat Matahari terbenam, prediksi bentuk hilal, data pergerakan bulan menjelang terbenam Matahari dan membuat peta ketinggian hilal.

Sedangkan dalam pelaksanaan rukyat, metode observasi yang digunakan Kemenag (2010:212-214) yaitu: 1) Persiapan, 2) Mencocokkan waktu dengan jam RRI, 3) Menyatakan cuaca sebelum Matahari terbenam, 4) Mengecek letak Matahari dan memperkirakan letak Bulan berdasarkan azimut dan data tinggi bulan, 5). Melihat hilal disertai catatan waktu dan 6). Melaporkan hasil observasi.

Metode ini diperlukan untuk pelaksanaan rukyat, baik dengan mata bugil atau dengan alat (teleskop, teropong atau binokuler).

Sedangkan NU menetapkan pedoman operasional rukyat sesuai dengan SK PBNU No: 311/ A.II.03/I/ 1994 tanggal 1 Syakban 1414 H/ 13 Januari 1994. Teknis pelaksanaan rukyat di lapangan diperinci sebagai berikut: 1). Pembuatan rincian perhitungan tentang arah dan kedudukan Matahari dan Hilal, 2). Membuat Peta Proyeksi Rukyat, 3). Mempersiapkan Medan Rukyat yang memenuhi syarat, 4). Menentukan kedudukan perukyat (Syahid) dan peralatan rukyat, 5). Pengamatan hilal saat matahari terbenam sesuai tinggi hilal pada jalur terbenamnya hilal. 6). Pelaporan hasil rukyat.

Rukyatul Hilal Indonesia sebagai salah satu organisasi yang aktif dalam melakukan observasi bulan secara teknis tidak berbeda jauh dengan teknis Kemenag RI dan NU. Perbedaan terletak pada kelengkapan data hasil observasi yang harus memuat data-data (Sudiby, 2012: 10): a). Koordinat geografis dan elevasi lokasi rukyat, b). Dekripsi kondisi langit diatas horizon Barat/ Timur secara kualitatif, c). Jam saat Matahari terbenam/ Matahari terbit secara nyata, d). Jam saat hilal mulai muncul, e). Orientasi/ arah kemiringan hilal, f). Citra foto hilal beserta horizonnya, g). Harus dipastikan cahaya yang terlihat bukan berbentuk titik.

Dari ketiga metode rukyat yang dipergunakan tidak terdapat perbedaan yang signifikan, akan tetapi dalam penentuan kriteria serta faktor-faktor yang dapat mengganggu keberhasilan rukyat, RHI memberikan persyaratan yang lebih ketat. Berdasarkan metode-metode tersebut, terdapat beberapa kendala dalam

pelaksanaan rukyat. Kendala tersebut terkait dengan lokasi dan medan rukyat, kondisi horizon, ketepatan pengukuran kedudukan hilal dan waktu, kriteria visibilitas hilal, media pengamatan dan perukyat itu sendiri.

Kendala lokasi pengamat sangat terkait dengan letak geografis, elevasi pengamat dan medan pandang yang bebas penghalang (Depag, 1995:20). Selain itu kondisi medan rukyat memiliki pemandangan ke arah ufuk yang tidak dipengaruhi oleh udara kotor, awan atau kabut dan cahaya dari lampu-lampu dipermukaan bumi. Medan pengamat juga terkendala dengan iklim, cuaca (Ruskanda,1994: 25-26), kelembaban relatif dan kondisi atmosfernya (Raharto ,2000:3). Kendala terhadap bidang horizon terkait dengan keadaan horizon menjelang Matahari terbenam, yang meliputi kondisi awan, kecerahan langit dan cahaya langit senja (Kemenag, 2010:209).

Media pengamatan sangat tergantung kepada perukyat, karena media pengamatan, khususnya teropong atau teleskop atau binokuler merupakan perpanjangan penglihatan mata. LF PBNU (2006) dapat menerima hasil rukyat dengan bantuan alat selama yang terlihat adalah bulan, bukan pantulannya²⁵. Selain itu, media pengamatan merupakan sarana bantu sehingga tidak menimbulkan masalah baru. Penggunaan teropong harus memiliki medan pandang

²⁵ Arkanudin (2010) menuturkan bahwa kontroversi boleh tidaknya menggunakan alat bantu dalam melakukan rukyatul hilal menurut beberapa ulama diperbolehkan selama tidak menyimpang dari hakikat rukyatul hilal itu sendiri yaitu mengamati dan menyaksikan secara langsung lahirnya hilal, bukan penampakan bayangan dari hilal itu. Penggunaan teleskop maupun teropong merupakan alat untuk memudahkan dalam menangkap cahaya hilal tersebut dengan prinsip memperbesar objek sebagaimana halnya penggunaan kaca mata.

yang cukup untuk mengamati hilal dan sekitarnya. Kecuali penggunaan teleskop ekuatorian yang mampu mendeteksi pergerakan bulan²⁶.

Nurwenda, Arkanudin dan Kiki (2010), mengatakan bahwa penggunaan alat optik maupun peralatan pencari lokasi sebatas digunakan untuk membantu mempermudah pelaksanaan rukyatul hilal. Beberapa alat bantu atau instrumen yang dapat dimanfaatkan untuk membantu pelaksanaan rukyat, meliputi: alat ukur panjang, alat ukur waktu, alat pelacak geografis dan aspek cuaca, alat ukur sudut dan alat bantu optik. Penggunaan alat bantu mempergunakan alat ukur satuan derajat seperti theodolit atau teleskop akan memudahkan untuk mengkorelasikan data hisab dengan alat yang digunakan.

Rukyat yang dilaksanakan merupakan upaya untuk memperoleh kecemerlangan cahaya pada lengkungan sabit hilal. Pada kondisi normal, bulan memiliki karakteristik cahaya tampak dengan warna putih kekuning-kuningan, akan tetapi dengan adanya faktor gangguan pada atmosfer Bumi, karakteristik cahaya tampak tersebut dapat berubah pada kecenderungan warna lain. Pada daerah perkotaan dengan tingkat polusi udara yang tinggi, warna cahaya tampak bulan akan cenderung kemerah-merahan.

²⁶ Meminjam istilah Thomas Djamaludin, astronomi tidak boleh mengabaikan syariat. Hal ini dapat terjadi dengan penemuan teleskop yang mampu mendeteksi hilal di siang hari. Akan tetapi, ketika diterik ke ranah syariat, maka hal tersebut tidak dapat dilakukan karena rukyat harus dilakukan setelah Matahari terbenam.