

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Umat Muslim, Hindu, dan Ibrani menggunakan kalender bulan untuk menentukan hari libur mereka. Hal yang sama berlaku untuk kelompok agama kecil lainnya, seperti Karaite (Polliack, 2003) dan beberapa sekte Kristen. Otoritas Yahudi akan kembali menentukan bulan-bulan dalam kalender Ibrani dengan mengamati Bulan setelah konjungsi. Lebih dari satu setengah miliar orang hidup menurut kalender yang didasarkan pada penampakan hilal (Hoffman, 2003). Dalam kalender lunar, mengidentifikasi bulan sabit diperlukan untuk mengatur awal dan akhir bulan. Khususnya dalam Islam, kemunculan hilal yang pertama kali terlihat setelah fase Bulan baru perlu diidentifikasi untuk menentukan awal dari tiga bulan penting, yaitu Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah.

Sejak era Babilonia (sekitar 2.500 tahun yang lalu), para astronom telah meneliti kapan waktu pertama kali terlihatnya sabit bulan muda. Hasilnya, saat ini terdapat lebih dari 12 kriteria yang berbeda untuk visibilitas bulan sabit (Odeh, 2004). Menurut orang Babilonia, sabit bulan muda dapat dilihat dengan mata telanjang jika memenuhi kondisi berikut pada saat Matahari terbenam: (i) usia Bulan lebih dari 24 jam sejak konjungsi, dan (ii) waktu jeda Bulan (selisih waktu Matahari terbenam dengan Bulan terbenam) lebih dari 48 menit. Banyak astronom Muslim, termasuk Ibnu Tariq, Habash, Al-Khwarzmi, Al-Khazin, Al-Tabari, Al-Fahhad, Al-Farghani, Thabet Ibnu Qurrah, Al-Battani, Ibnu Maimon, Al-Biruni, Al-Sufi, Ibnu Sina, At-Tusi, dan Al-Kashani, mengembangkan kriteria mereka tentang visibilitas sabit Bulan muda (Doggett & Schaefer, 1994; Ilyas, 1994). Sebagai contoh, standar Ibn Tariq didasarkan pada ketinggian Bulan saat Matahari terbenam dan jeda waktunya. Al-Tabari menggunakan sudut depresi Matahari untuk visibilitas sabit Bulan. Menurut Al-Tabari, jika Matahari berada $9,4^\circ$ di bawah cakrawala, sabit Bulan akan dianggap terlihat saat Matahari terbenam (Guessoum & Meziane, 2001).

Pada masa modern, Fotheringham (1910) mengusulkan kriteria berdasarkan perbedaan aktual azimuth dan ketinggian Bulan aktual minimum saat Matahari terbenam agar sabit Bulan dapat terlihat. Maunder (1911) mengusulkan wilayah kecerahan di sekitar titik terbenamnya Matahari. Jika ada Bulan di daerah tersebut, sabit Bulan tidak akan terlihat. Dia menyajikan formula untuk ARCV (busur penglihatan), yang ditentukan oleh persamaan yang menggunakan perbedaan azimuth (DAZ) Matahari dan Bulan. Pada tahun 1931, André Danjon (Danjon, 1932) memperhatikan bahwa panjang busur sabit pagi pada tanggal 13 Agustus hanya 75° hingga 80° . Dengan mengumpulkan 75 laporan pengamatan dari seluruh Eropa, ia menemukan bahwa panjang busur sabit memendek ketika elongasi (jarak sudut antara Bulan dan Matahari) berkurang. Panjang sabit mencapai nol pada elongasi 7° , di mana saat itu Bulan benar-benar gelap. Elongasi ini dikenal sebagai batas Danjon (Danjon, 1936), yang menunjukkan bahwa berapa pun usia Bulan, sabit Bulan tidak terbentuk sehingga tidak terlihat pada elongasi kurang dari 7° (Ilyas, 1983). Danjon (1932) mengusulkan bahwa fenomena ini disebabkan oleh gunung-gunung di Bulan yang membentuk bayangan. Namun, tidak ada penyelidikan menyeluruh tentang masalah ini. Beberapa peneliti mempertanyakan pandangan ini. Menurut McNally (1983), faktor penting dalam peristiwa ini adalah jarak pandang astronomi. Ia menghitung batas ini bernilai 5° . Beberapa tahun kemudian, Schaefer (1991) memberikan argumen yang menentang dua astronom sebelumnya. Ia mengatakan bahwa panjang busur berkurang karena titik puncak sabit kehilangan kecerlangannya dan menegaskan pentingnya 7° . Fatoohi (1998) menetapkan nilai $7,5^\circ$ untuk batas Danjon setelah meninjau ulang catatan observasi. Sultan (2005; 2007) meneliti ulang batas Danjon dengan menggunakan model Blackwell dan menentukan bahwa nilai batasnya adalah 5° . Bruin (1977) mengembangkan pendekatan baru yang didasarkan pada pemodelan yang tepat dari semua faktor yang relevan. Ia mempertimbangkan fisiologi mata manusia, kecerahan senja, kepunahan atmosfer, dan kecerahan permukaan Bulan. Namun, Doggett & Schaefer (1994) menganggap bahwa Bruin membuat banyak asumsi yang salah, seperti anggapan yang salah mengenai

kecerahan permukaan Bulan yang hanya bergantung pada sudut depresi matahari. Schaefer (1988, 1991, 1996) juga membahas penampakan hilal dan mempertimbangkan keadaan atmosfer dalam karyanya. Ia melakukan beberapa pengujian berdasarkan 295 pengamatan yang dikumpulkan dari berbagai sumber (Schaefer, 1988, 1996). Usia Bulan sejak konjungsi dan kriteria waktu jeda Bulan terbukti tidak dapat digunakan dengan baik.

Sebaliknya, kriteria ketinggian/azimuth hanya dapat membuat prediksi yang meyakinkan hanya seperempat dari waktu. Prediktor terbaik sejauh ini adalah dengan menggunakan algoritma teoritis modern. Keuntungan yang signifikan dari model ini dibandingkan semua prediktor lainnya adalah bahwa keburaman atmosfer dihitung secara langsung dan diterapkan, sehingga jarak pandang yang sangat berbeda akan diperhitungkan dengan tepat. Yallop (1997) melakukan perubahan dan modifikasi ekstensif pada berbagai catatan dengan menggunakan basis data yang sama dengan Schaefer. *South African Astronomical Observatory (SAAO)* mengembangkan kriteria berdasarkan basis data Schaefer dan pengamatan lain dari berbagai sumber (Caldwell & Laney, 2000). Odeh (2004) membuat kriteria berdasarkan catatan 737, di mana busur penglihatan tanpa udara dan toposentris dalam derajat (ARCV) dan lebar sabit toposentris (W dalam menit busur) adalah dua variabel penting dalam perhitungan. ARCV adalah perbedaan sudut ketinggian antara Matahari dan Bulan, dan W adalah lebar tengah area yang diterangi Bulan yang diukur sepanjang diameter Bulan. Semua itu diterapkan secara global.

Beberapa peneliti juga mengembangkan kriteria yang berlaku untuk wilayah tertentu (lihat Utama & Siregar (2013); Ahmed & Aziz (2014); Alferay dkk. (2018); Utama dkk. (2019)). Pada prinsipnya, parameter fisis yang digunakan dalam kriteria yang tersedia mewakili dua hal: luminasi (ukuran kecerahan/kecerahan) sabit Bulan muda dan kecerahan langit malam. Luminasi sabit Bulan dapat diwakili dengan menggunakan parameter usia Bulan dari fase konjungsi (Matahari dan Bulan berada pada bujur ekliptika yang sama di bola langit) hingga saat Matahari terbenam di lokasi pengamat. Sebagai indikator yang lebih baik dapat pula digunakan elongasi (jarak

sudut antara Matahari dan Bulan), fraksi iluminasi (persentase permukaan Bulan yang memantulkan cahaya Matahari), atau ketebalan sabit Bulan. Sementara itu, untuk merepresentasikan kecerahan langit senja, biasanya digunakan parameter lag time (selisih waktu terbenamnya Matahari dan Bulan).

Semakin lama waktu jeda yang tersedia, semakin gelap kondisi langit senja saat sabit maka Bulan muda mudah diamati. Mengingat kecerahan langit senja juga bergantung pada lintang geografis pengamat, maka parameter ARCV juga digunakan sebagai alternatif waktu jeda. Menurut Sultan (2007), ada lima faktor yang harus diperhatikan dalam membangun model fisik (fotometri) dalam memprediksi visibilitas sabit bulan untuk pertama kalinya setelah konjungsi. Tiga faktor relatif mudah dihitung, yaitu konfigurasi geometri Matahari-Bumi-Bulan, lebar tengah sabit Bulan, dan penyerapan cahaya Bulan oleh atmosfer. Sebaliknya, dua faktor lain yang lebih kompleks melibatkan fenomena hamburan cahaya di atmosfer dan psiko-fisiologi penglihatan mata manusia. Dengan kemajuan daya komputasi, berbagai akademisi telah menggunakan strategi komputasi untuk menentukan kapan penampakan sabit bulan pertama kali terjadi.

Di era Digitalisasi ini, pengamatan hilal tidak lagi terbatas pada metode-metode tradisional yang mengandalkan penglihatan manusia saja. Dengan kemajuan teknologi informasi, pengamatan sekarang dilakukan di berbagai daerah dan dikumpulkan dalam sebuah pusat data terpusat di Kementerian Agama Republik Indonesia. Hasil dari berbagai pengamatan ini kemudian dikirim ke pusat komputer (server) untuk diproses secara *real-time*. Efisiensi dalam mendeteksi hilal dan kecepatan komputasi pada tiap daerah menjadi faktor kritis dikarenakan keputusan yang diambil berbasis pada penampakan hilal akan berdampak luas, termasuk pada penentuan awal bulan Ramadan, Syawal, dan Dzulhijjah. Oleh karena itu, algoritma deteksi yang digunakan harus tidak hanya akurat tetapi juga cepat dan efisien. Model komputasi dan algoritma yang diadopsi dalam penelitian ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dengan memberikan hasil yang *real-time* tanpa mengorbankan akurasi. Hal ini tidak hanya penting dari perspektif teknologi tetapi juga memegang nilai signifikan dalam

konteks sosial dan keagamaan. Memperhatikan bahwa deteksi hilal mempengaruhi jutaan kehidupan—dari penentuan awal puasa hingga perayaan hari raya—akurasi dan efisiensi dalam deteksi menjadi faktor kritis yang mempengaruhi banyak aspek dari kehidupan komunitas. Deteksi Hilal secara *real-time* juga memfasilitasi sebuah sistem informasi terintegrasi yang dapat digunakan oleh otoritas keagamaan dan astronomi untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan cepat.

Beberapa peneliti telah menggunakan teknik *Image Processing* dan *Machine learning* untuk mendeteksi bulan baru atau meningkatkan kualitas gambar bulan baru. Namun, mereka hanya menggunakan data gambar atau data tabular dari hasil pengamatan. Penelitian ini menggunakan data dalam format video hasil pengamatan teleskopik untuk menentukan penampakan hilal dengan menggunakan metode *Image Processing*. Penggunaan data dalam format video pada sistem komputasi yang dikembangkan bertujuan untuk memastikan bahwa algoritma deteksi yang telah dirancang tidak hanya akurat, tetapi juga mampu beroperasi dalam kondisi *real-time*. Lalu, dengan memasukkan elemen video sebagai bentuk data, penelitian ini secara otomatis memperluas ruang lingkupnya dari sekadar *Image Processing* menjadi lebih inklusif dan masuk ke dalam kategori *Computer Vision*. *Library OpenCV* akan digunakan untuk mengimplementasikan teknik pengolahan citra seperti ekstraksi *frame* dari video, pra-pemrosesan citra, menangkap objek Bulan baru menggunakan *Gaussian Blur* dan *Adaptive Thresholding*, dan algoritma deteksi yang berpotensi mendeteksi keberadaan Bulan baru menggunakan CHT. Menggunakan fungsi *Gaussian*, yang disebut sebagai distribusi normal dan mirip dengan metode konvolusi yang digunakan dalam matematika, *gaussian blur* digunakan untuk mengaburkan gambar (Singhal et al., 2017). Sementara *Adaptive Thresholding* mengubah gambar *grayscale* menjadi gambar biner di mana piksel putih adalah latar depan dan piksel hitam adalah latar belakang, *Adaptive Thresholding* menghasilkan hasil yang jauh lebih baik daripada teknik *Thresholding* tradisional (Roy et al., 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah dari latar belakang masalah yang telah dipaparkan pada sub bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menggunakan metode *Gaussian Blur*, *Adaptive Thresholding*, dan *Binary Area Opening* untuk pra-pemrosesan?
2. Bagaimana menggunakan metode *Contour Detection* untuk Pemfilteran objek?
3. Bagaimana menggunakan metode *Circular Hough Transform* untuk deteksi hilal?
4. Bagaimana mendapatkan efisiensi yang baik dan kecepatan komputasi yang cepat dalam mendeteksi hilal?
5. Bagaimana merancang model komputasi *Computer Vision* dengan menangkap data dari kamera dengan Format Video dan beberapa algoritma yaitu *Gaussian Blur*, *Adaptive Thresholding*, dan *Binary Area Opening* untuk Pra-pemrosesan, *Contour Detection* untuk Pemfilteran Objek dan *Circular Hough Transform* untuk deteksi hilal secara *real-time*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan metode *Gaussian Blur*, *Adaptive Thresholding*, dan *Binary Area Opening* sebagai langkah pra-pemrosesan.
2. Menggunakan teknik *Contour Detection* untuk melakukan pemfilteran objek dalam citra, dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengisolasi *area-of-interest* (daerah yang menjadi fokus).
3. Mengimplementasikan metode *Circular Hough Transform* dalam deteksi bentuk hilal pada citra, untuk meningkatkan keakuratan dan kehandalan deteksi.
4. Mengoptimalkan proses deteksi hilal melalui pemilihan metode yang tepat, sehingga meningkatkan kecepatan komputasi tanpa mengorbankan akurasi.

5. Merancang sebuah model komputasi Computer Vision yang mampu menangkap data dari kamera dengan format video dan mengintegrasikan algoritma *Gaussian Blur*, *Adaptive Thresholding*, dan *Binary Area Opening* untuk pra-pemrosesan, *Contour Detection* untuk pemfilteran objek, dan *Circular Hough Transform* untuk deteksi hilal secara *real-time*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi penentuan hilal, yang memiliki implikasi langsung pada penentuan awal bulan Hijriyah dan berbagai praktik keagamaan lainnya.
2. Penelitian ini juga dapat membantu dalam pengembangan teknologi *Image Processing* dan komputasi visual yang lebih umum, karena teknik dan algoritma yang dikembangkan dapat diterapkan pada berbagai masalah lain dalam bidang ini.

1.5 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dari penelitian yang dilakukan:

1. Penelitian ini menggunakan data yang telah disediakan oleh lembaga yang bersangkutan.
2. Data yang digunakan hanya mencakup wilayah Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada dokumen skripsi ini terdapat sistematika yang digunakan sebagai pedoman penulisan. Sistematika tersebut dibagi menjadi lima bab, yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai penjelasan latar belakang permasalahan penelitian ini. Pada Bab ini juga dijelaskan mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dalam penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi mengenai penjelasan teori-teori yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Adapun teori yang digunakan yaitu astrofisika dan polusi cahaya, pengukuran polusi cahaya, interpolasi spasial, dan Lanczos resampling, dan Ordinary Kriging.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai instrumen yang digunakan, tahapan pengumpulan data yang dilakukan, hingga langkah-langkah analisis data yang dijalankan.

4. BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai proses dari setiap tahap penelitian. Proses tersebut meliputi pengumpulan data, perancangan model komputasi, pengembangan perangkat lunak, rancangan skenario eksperimen, hasil eksperimen, dan pembahasan hasil penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan yang dibuat berdasarkan hasil penelitian. Kemudian terdapat beberapa saran yang dapat digunakan di dalam penelitian selanjutnya.