

Pemanfaatan Informasi Geospasial Dasar (IGD) untuk Analisis Penyimpangan Arah Kiblat Bangunan Masjid secara Masal

Yoga Kencana Nugraha¹, dan Aisah Hajar²

¹Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

²Alumni Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

yoga.kencana@lecture.unjani.ac.id, aisahhajar@gmail.com

Abstrak

Informasi geospasial dasar yang telah menyebar luas kepada masyarakat umum perlu dimanfaatkan secara optimal untuk berbagai keperluan terkait analisis spasial. Kota Bandung merupakan salah satu kota dengan jumlah penduduk muslim dan bangunan masjid terbanyak di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara masal penyimpangan arah bangunan masjid, khususnya yang telah berdiri di Kecamatan Cibeunying Kidul, Kota Bandung. Metode yang digunakan adalah analisis geovisual dengan cara membandingkan arah kiblat masjid yang dihitung menggunakan metode *vincenty* terhadap arah bangunan masjid yang diperoleh dari peta RBI skala 1:1.000, *orthophoto* dan Sistem Informasi Masjid (SIMAS). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa hanya bangunan Masjid Al Balad yang mengarah ke Kota Mekah. Rata-rata besarnya penyimpangan arah kiblat bangunan masjid ke ka'bah adalah sebesar $15^{\circ} 1' 0,365''$. Terdapat beberapa faktor yang teridentifikasi secara visual dan korelasi dapat mempengaruhi nilai penyimpangan arah bangunan masjid tersebut, diantaranya yaitu arah kepadatan bangunan sebesar 27,688 % dan koefisien dasar bangunan masjid sebesar 14,001 %.

Kata kunci: informasi geospasial dasar, analisis geovisual, arah kiblat masjid

Abstract

Basic geospatial information that has been widely disseminated to the general public needs to be utilized optimally for various purposes related to spatial analysis. The city of Bandung is one of the cities with the largest muslim population and the largest mosque building in Indonesia. This study aims to analyze the mass deviation of the direction of mosque buildings, especially those that have been established in Cibeunying Kidul District, Bandung City. The method used is geovisual analysis by comparing the direction of the mosque's qibla which is calculated using the *vincenty* method to the direction of the mosque building obtained from the 1:1.000 scale RBI map, *orthophoto* and Mosque Information System (SIMAS). The calculation results show that only the Al Balad Mosque building leads to the city of Mecca. The average magnitude of the deviation from the qibla direction of the mosque building to the Kaaba is $15^{\circ} 1' 0,365''$. There are several factors that are identified visually and the correlation can affect the deviation value of the direction of the mosque building, including the direction of building density of 27.688% and the basic coefficient of mosque building of 14.001%.

Keywords: basic geospatial information, geovisual analytics, mosque qibla direction

1. Pendahuluan

Ketepatan arah kiblat merupakan sesuatu yang penting pada salah satu kegiatan ibadah agama islam yaitu sholat. Syariat tersebut dipertegas oleh pendapat seorang imam dan ahli hadist yaitu Al-Qurthubi yang menjelaskan tentang kewajiban arah kiblat sholat untuk selalu menghadap bangunan ka'bah (Daud & Sunardy, 2019). Hal tersebut kemudian menuntut upaya untuk para kaum muslim agar selalu melakukan pengukuran dan perhitungan secara akurat dan teliti untuk menentukan arah kiblat yang tepat. Saat ini teknologi dibidang survei dan pemetaan telah berkembang dengan munculnya berbagai metode pemetaan baru seperti penginderaan jarak jauh dan fotogrametri. Adanya metode baru tersebut memungkinkan berbagai pihak untuk memperoleh data dan informasi geospasial secara lebih cepat dengan cakupan yang lebih luas tanpa harus melakukan pengukuran langsung dilapangan. Informasi geospasial sendiri merupakan informasi berbasis keruangan yang menunjukkan lokasi dan bentuk suatu objek yang terletak di permukaan bumi pada suatu sistem referensi koordinat tertentu (Fawzi & Husna, 2021).

Kota Bandung adalah salah satu kota terbesar dengan jumlah penduduk muslim terbanyak di Indonesia. Data dari Badan Pusat Statistik Kota Bandung tahun 2020 yang dirilis pada website resminya menunjukkan bahwa jumlah penduduk muslim di Kota Bandung adalah sebesar 2.269.680. Banyaknya jumlah penduduk Muslim tersebut juga

Info Makalah:

Dikirim : 08-16-22;

Revisi 1 : 11-01-22;

Revisi 2 : 01-08-23;

Diterima : 01-25-23.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62 822-4339-4559

e-mail : yoga.kencana@lecture.unjani.ac.id

telah didukung oleh ketersediaan masjid yang tersebar di 2.143 tempat (Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2020). Masjid adalah ruang peribadatan muslim yang fungsi utamanya digunakan untuk sholat. Bangunan masjid sebagai produk arsitektur umumnya memiliki desain dasar bangunan yang memiliki ciri khusus tertentu, diantaranya yaitu memiliki orientasi atau arah bangunan ke ka'bah di Kota Mekah (Andiyan & Aldyanto, 2021). Saat ini pemerintah daerah Kota Bandung

telah memiliki Peraturan Daerah (Perda) nomor 14 Tahun 2018 tentang bangunan gedung yang juga mengatur arah bangunan masjid. Teknologi terkait informasi geospasial dasar diharapkan mampu mendukung kinerja pemerintahan daerah dalam melakukan fungsi pengawasan dan evaluasi terhadap arah bangunan masjid di kawasan Kota Bandung.

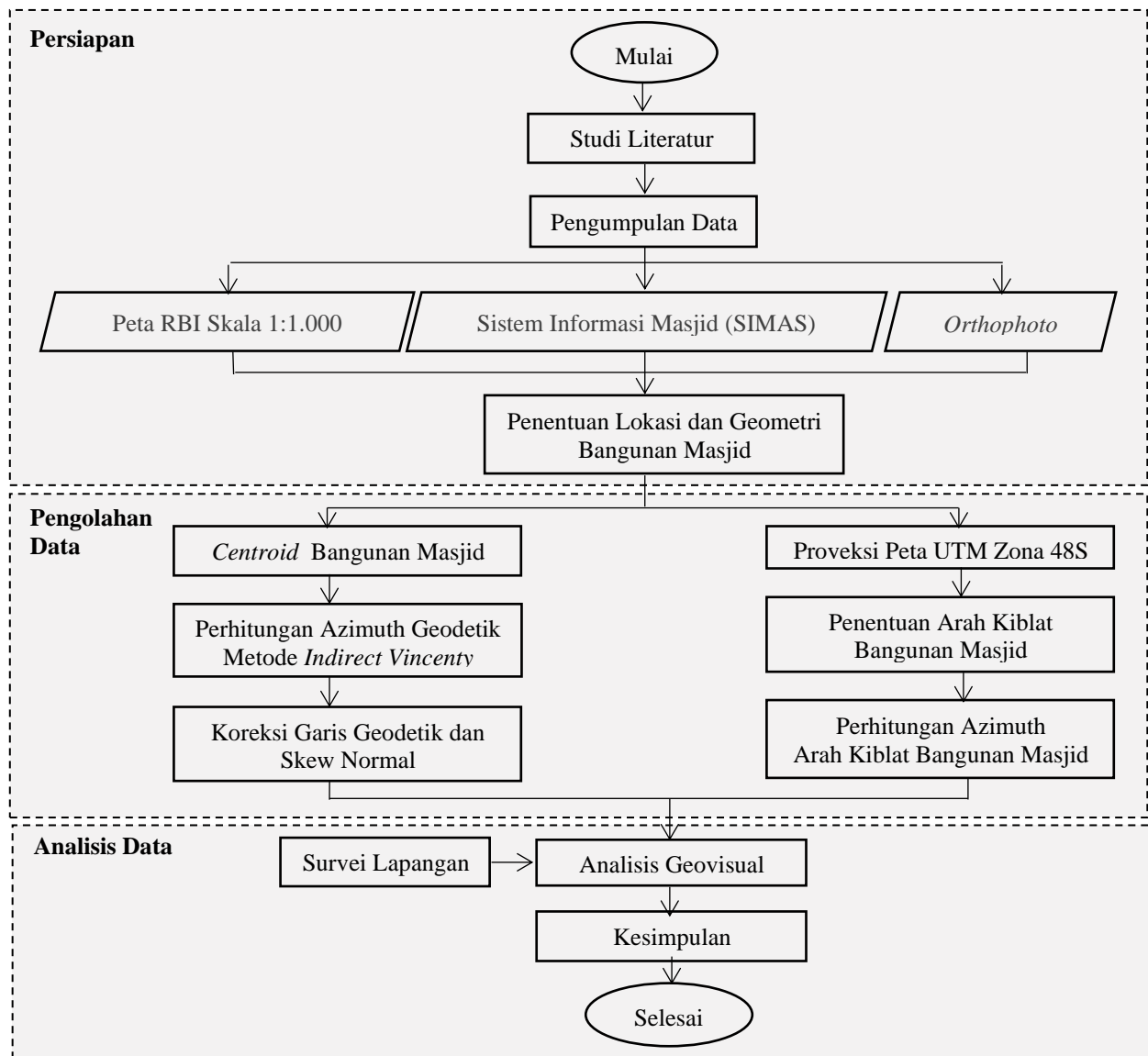
Beberapa penelitian yang mendasari konsep dan mendukung metode pada penelitian ini diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Gumilar dkk (2019) mengenai kajian penentuan arah kiblat secara teliti dengan melakukan perhitungan azimuth geodetik dalam model matematis ellipsoid bumi WGS'84 menggunakan rumus *indirect vincenty*. Metode penghitungan yang paling akurat dan presisi tersebut dapat menghasilkan ketelitian hingga mencapai level sentimeter. Penelitian lain evaluasi arah kiblat masjid pernah dilakukan di 27 Masjid Jami yang berada Kecamatan Bandung Wetan, Kota Bandung. Informasi geospasial terkait arah bangunan masjid diperoleh melalui citra satelit dalam aplikasi *google earth* yang memiliki resolusi spasial pada tingkat rendah yaitu sebesar 60 cm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pola arah saf sholat yang cenderung lurus dengan bangunan utama masjid dengan nilai rata-rata arah bangunan masjid mengarah ke ka'bah sebesar 276° (Hamdani, 2020). Azimuth tersebut dihitung menggunakan rumus trigonometri bola atau dalam model matematis bumi yang kurang akurat yaitu bola bumi. Penggunaan informasi geospasial dasar yang memiliki ketelitian tingkat tinggi berupa Peta Rupa Bumi skala 1:1000 kelas 1 dan orthophoto dengan resolusi spasial 10 cm merupakan sesuatu metode yang baru yang berpotensi besar untuk digunakan dalam menganalisis arah kiblat bangunan masjid.

Penulis fokus melakukan analisis spasial dan statistik pada arah bangunan masjid secara masal menggunakan berbagai data IGD tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan kepada instansi pemerintah yang bertugas mengevaluasi arah kiblat masjid dengan akurat dan cepat serta mendukung *One Maps Policy* dan *Smart City Policy* yang diusung dalam program kebijakan pemerintahan pusat dan daerah.

2. Metode

Secara umum penelitian ini tergolong pada jenis penelitian deskriptif kuantitatif dan komparatif dengan melakukan perbandingan antara arah kiblat yang dihasilkan dari perhitungan azimuth geodetik metode *vincenty* terhadap arah kiblat bangunan masjid. Penelitian dilakukan dalam 3 tahapan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan data dan tahap analisis data. Tahap pertama yang dilakukan adalah tahap persiapan. Tahap ini dimulai dengan studi literatur untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan penelitian. Pengumpulan data spasial dan non spasial yang diperoleh dari layanan penyedia data spasial berbasis web atau geoportal. Penentuan lokasi dan geometri bangunan masjid akan menghasilkan data dasar yang digunakan dalam tahap selanjutnya yaitu pengolahan data.

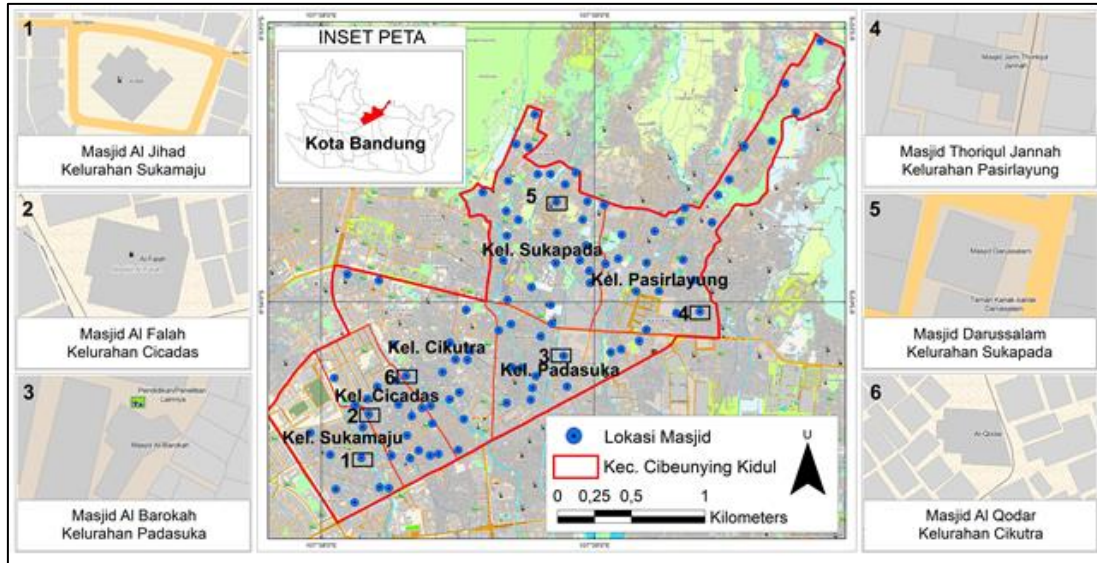
Tahap kedua yang dilakukan adalah tahap pengolahan data. Data penelitian diolah untuk mengetahui azimuth arah kiblat masjid dan azimuth arah kiblat bangunan masjid. Azimuth geodetik dalam penelitian ini merupakan sudut yang terbentuk antara centroid (titik tengah) bangunan masjid terhadap titik tengah bangunan ka'ba dengan metode *indirect vincenty*, dan melakukan koreksi garis geodetik serta *skew normal*. Azimuth tersebut dibandingkan dengan arah bangunan masjid yang diperoleh dari peta RBI skala 1:1.000, *orthophoto* dan Sistem Informasi Masjid (SIMAS). Tahap ketiga yang dilakukan adalah tahap analisis data menggunakan analisis geovisual. Analisis geovisual memberikan gambaran suatu objek diruang spasial menjadi lebih mudah untuk diamati dan dianalisis secara visual. Analisis geovisual bertujuan untuk menganalisis penyimpangan arah bangunan masjid secara masal. Tahap ini juga menyertakan survei lapangan untuk validasi terhadap hasil penelitian sehingga dapat ditarik kesimpulan pada penelitian.



Gambar 1. Alur Kerja Penelitian.

A. Informasi Geospasial Dasar (IGD)

Informasi Geospasial Dasar atau disingkat IGD berdasarkan Undang-Undang nomor 4 tahun 2011 didefinisikan sebagai informasi geospasial yang berisi tentang objek yang dapat dilihat secara langsung atau diukur dari kenampakan fisik di permukaan bumi dan yang tidak berubah dalam waktu yang relatif lama. IGD yang digunakan dalam penelitian ini terkait dengan posisi dan geometri bangunan, khususnya bangunan masjid. IGD diperoleh melalui Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Skala 1:1.000 yang disediakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) pada layanan Ina - SDI geoportal di alamat web <http://portal.ina-sdi.or.id>.



Gambar 2. Persebaran Lokasi Masjid pada Peta RBI Skala 1:1.000 di Lokasi Penelitian.

Peta RBI merupakan peta dasar yang memberikan informasi secara detail untuk wilayah darat dalam bentuk peta garis seperti pada Gambar 2 diatas, sedangkan *orthophoto* merupakan peta dasar dalam bentuk peta foto seperti pada Gambar 3. Peta RBI skala 1:1.000 dan *orthophoto* Kota Bandung dibuat oleh Dinas Tata Ruang (DISTARU) pada tahun 2017 dengan metode fotogrametri. *Orthophoto* yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari hasil orthorektifikasi menggunakan 150 titik ikat tanah yang menyebar merata dengan tingkat ketelitian tinggi. Foto udara dihasilkan dari kamera metrik digital sehingga mempunyai kualitas gambar yang sangat baik dengan nilai Ground Control Distance (GSD) sebesar 10 cm . Sistem koordinat yang digunakan pada keduanya adalah World Geodetic System 1984 (WGS'84). Berdasarkan hasil uji ketelitian oleh BIG, peta tersebut masuk dalam kategori peta dasar dengan kelas tertinggi atau kelas 1 dengan ketelitian planimetrik sebesar 11 cm dari hasil uji yang dilakukan pada titik independen (Haryanto dkk, 2019). *Orthophoto* dan data Sistem Informasi Masjid (SIMAS) yang diperoleh melalui layanan web geportal yang dibuat oleh Kementerian Agama di alamat web <https://simas.kemenag.go.id> dan layanan peta dasar yang dibuat oleh Badan Pertanahan Nasional di alamat web <https://xyz.atrbpn.go.id>. Kedua data tersebut digunakan untuk mengidentifikasi lokasi dan bentuk geometri bangunan masjid serta melengkapi informasi geospasial pada peta RBI.

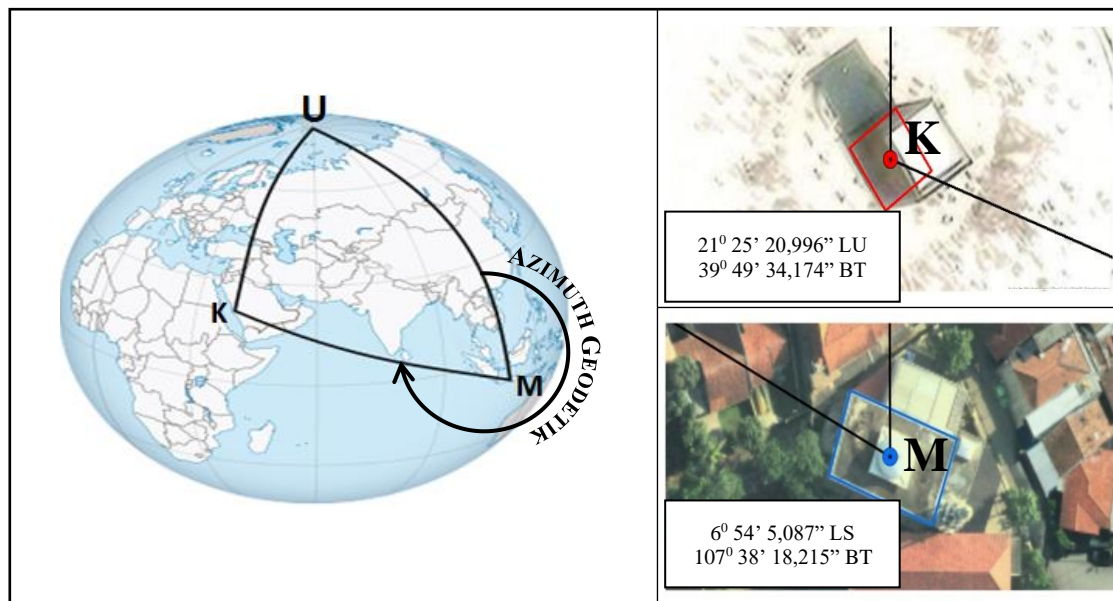


Gambar 3. Proses Identifikasi Lokasi dan Geometri Bangunan Masjid menggunakan *Orthophoto* dan data pada Sistem Informasi Masjid (SIMAS).

B. Arah Kiblat

Kiblat adalah arah yang dituju oleh umat islam dalam konteks ibadah sholat. Didalam penelitian ini penentuan kiblat dilakukan melalui perhitungan azimuth geodetik. Definisi dari azimuth geodetik adalah besaran sudut horizontal yang terbentuk antara dua buah titik yang berada diatas permukaan bumi didalam sebuah model ellipsoid bumi (Muradlo & Yuwono, 2017). Azimuth geodetik dalam penelitian ini merupakan sudut yang terbentuk antara titik tengah bangunan masjid terhadap titik tengah bangunan ka'bah sebagai arah kiblat sholat umat islam, seperti pada gambar 4. Sistem koordinat yang digunakan pada perhitungan azimuth geodetik yaitu WGS'84. Koordinat posisi

ka'bah yang digunakan merupakan hasil dari interpretasi bangunan ka'bah menggunakan peta dasar di *software* ArcGIS.



Gambar 4. Penentuan Azimuth Geodetik Masjid Al Huda ke Ka'bah.

Metode *vincenty* merupakan salah satu teknik perhitungan matematis yang dapat digunakan untuk menentukan besaran azimuth geodetik (Awaluddin dkk., 2016). Teknik tersebut diklaim lebih teliti dibandingkan teknik perhitungan seperti konsep segitiga bola (Gumilar dkk., 2019). Prinsip dasar dari perhitungannya adalah menggunakan teknik *inverse problem*. Untuk awal perhitungan diperlukan data mengenai koordinat pada dua buah titik didalam sistem koordinat geodetik tertentu. Pada penelitian ini data koordinat tersebut diperoleh melalui pengolahan data IGD. Penghitungan azimuth geodetik dilakukan secara bertahap dengan rumus matematis berikut

$$U_M = \tan^{-1}((1-f) \tan \varphi_M) \quad (1)$$

$$U_K = \tan^{-1}((1-f) \tan \varphi_K) \quad (2)$$

$$\sin^2 \sigma = (\cos U_K \cdot \sin \lambda)^2 + (\cos U_K \cdot \sin U_K - \sin U_M \cdot \cos U_K - \sin U_M \cdot \cos U_K \cdot \cos \lambda)^2 \quad (3)$$

$$\cos \sigma = \sin U_M \cdot \sin U_K + \cos U_K \cdot \sin U_K \cdot \cos \lambda \quad (4)$$

$$\tan \sigma = \frac{\sin \sigma}{\cos \sigma} \quad (5)$$

$$\sin \sigma = \frac{\cos U_M \cdot \cos U_K \cdot \sin \lambda}{\sin \sigma} \quad (6)$$

$$\cos 2\sigma_m = \frac{\cos \sigma - 2 \sin U_M \cdot \sin U_K}{\cos^2 \alpha} \quad (7)$$

$$C = \frac{f}{16} \cdot \cos^2 \alpha [4 + f(4 - 3 \cdot \cos^2 \alpha)] \quad (8)$$

$$LL = \lambda - (1-C) \cdot f \cdot \sin \alpha [\sigma + C \cdot \sin \sigma [\cos 2\sigma_m + C \cdot \cos \sigma (-1 + 2 \cos^2 2\sigma_m)]] \quad (9)$$

Ketelitian tinggi dapat dihasilkan dengan melakukan proses perhitungan secara berulang hingga memperoleh nilai LL yang lebih kecil dari 10^{-12} atau sekitar 0,06 mm (Gumilar dkk., 2019). Nilai tersebut selanjutnya digunakan untuk menghitung azimuth geodetik berikut.

$$\alpha_{MK} = \tan^{-1} \left(\frac{\cos U_M \cdot \sin LL}{\cos U_M \cdot \sin U_K - \sin U_M \cdot \cos U_K \cdot \cos \lambda} \right) \quad (10)$$

Peneliti memanfaatkan layanan *Geodetic Calculatro* yang disediakan oleh Geosience Australia di alamat web <https://geodesyapps.ga.gov.au>. karena perhitungan azimuth geodetik dilakukan pada masjid secara masal. Azimuth geodetik tersebut perlu dikoreksi untuk meminimalisir kesalahan yang disebabkan jauhnya jarak masjid dari Kecamatan Cibeunying Kidul di Kota Bandung ke ka'bah di Kota Mekah terhadap irisan garis normal geodetik menggunakan rumus berikut.

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)}} \quad (11)$$

$$\delta g = \frac{e^2 \cdot s^2 \cdot \cos^2 \varphi_m \cdot \sin 2\alpha_{MK}}{12N_m^2} \quad (12)$$

C. Arah Bangunan Masjid

Masjid merupakan kata yang menunjukkan tempat, maksudnya tempat untuk sujud dengan penuh keta'atan dan kepatuhan (Rifa'i, 2016). Kata tersebut kemudian diistilahkan terhadap tempat yang digunakan oleh umat islam untuk melakukan ibadah sholat. Pengertian masjid sebagai sebuah bangunan merupakan perwujudan dari aspek fisik didalam kebudayaan islam. Menurut Soraya dkk. (2017) menunjukkan bahwa bangunan masjid didalam perspektif arsitektur umumnya memiliki empat elemen pokok bangunan berupa:

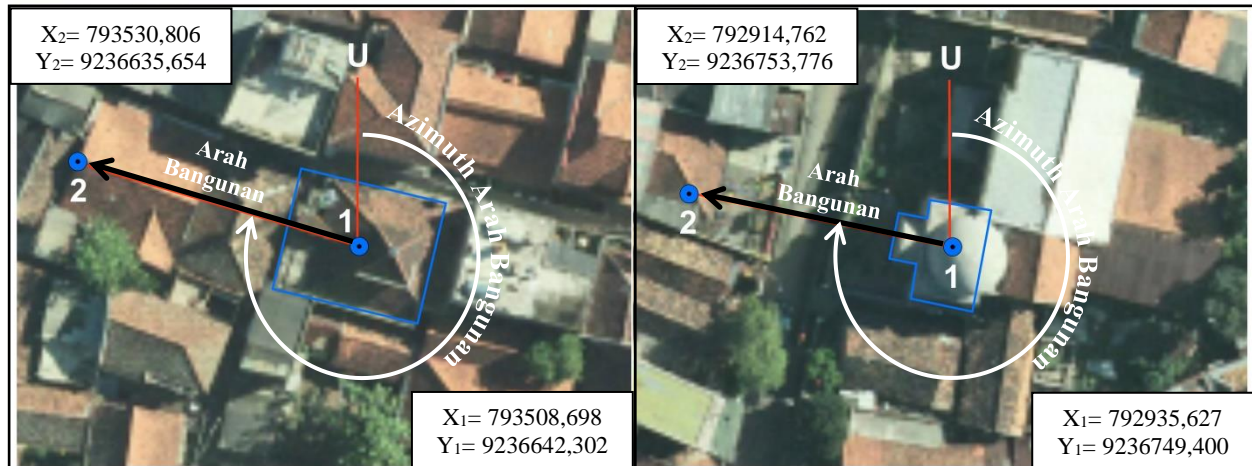
1. Mihrab, merupakan ruangan yang umumnya berbentuk cekungan yang digunakan sebagai tempat imam dalam memimpin sholat berjamaah. Tempat ini umunya menghadap ke kiblat atau ke arah ka'bah.
2. Ruang Sholat, merupakan ruangan yang umumnya berbentuk persegi panjang dengan bentuk ruang terbuka sebagai tempat makmum melakukan sholat berjamaah. Tempat ini umunya menghadap ke kiblat.
3. Kubah, merupakan bagian atap masjid yang bentuknya bulat atau limas bersusun, dimana semakin atas semakin kecil dan meruncing. Bagian yang digunakan untuk membedakan bangunan masjid dengan bangunan lainnya.
4. Menara, merupakan bagian elemen tambahan masjid berupa bangunan yang menjulang tinggi yang pada sejarahnya berfungsi sebagai simbol keberadaan islam disuatu tempat.

Masjid Agung Demak merupakan Masjid bersejarah dan salah satu masjid tertua yang ada di Indonesia. Masjid Agung Demak berada di tengah kota atau alun-alun kota Demak, Jawa Tengah (Senoprabowo A, dkk, 2020). Beberapa ciri khas masjid Demak seperti denah bangunan berbentuk bujur sangkar, atap berbentuk limas yang bertumpang (tajug), adanya ruang tambahan diluar ruang mihrab dan ruang sholat yang disebut dengan serambi serta orientasi bangunan yang umumnya mengarah kiblat. Pada penelitian ini beberapa elemen pokok dan desain dasar bangunan masjid tersebutlah yang digunakan sebagai pertimbangan dalam mengidentifikasi arah bangunan masjid, seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi Desain Dasar Bangunan Masjid di Indonesia.

Besarnya arah bangunan masjid diukur pada peta dasar yang telah diproyeksikan kedalam bidang datar (2D) dengan proyeksi peta model *Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 48 South*. Didalam penelitian ini arah bangunan masjid dilakukan melalui perhitungan azimuth peta, yaitu merupakan besaran sudut yang terbentuk antara utara pada peta dengan garis arah bangunan. Diilustrasikan seperti pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Pengukuran Azimuth Arah Bangunan Masjid Nurul Hikmah dan Al Mukaromah.

Penghitungan azimuth peta untuk mencari sudut arah setiap bangunan masjid dilakukan dengan rumus trigonometris (Lesawengan dkk., 2019). Karena perhitungan azimuth peta dilakukan pada seluruh masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul secara masal maka peneliti memanfaatkan tool COGO pada *software* ArcGIS.

$$\alpha_{12} = \tan^{-1} \left(\frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \right) \quad (13)$$

D. Analisis Geovisual

Analisis geovisual merupakan suatu metode untuk menganalisis informasi geospasial yang dibentuk dalam berbagai visualisasi data seperti peta, grafik dan diagram (Wu & Zhang, 2016). Fungsinya adalah memberikan gambaran suatu objek diruang spasial menjadi lebih mudah untuk diamati dan dianalisis secara visual. Perangkat lunak yang digunakan perlu berbasiskan pada Sistem Informasi Geografis (SIG) seperti ArcGIS.

Analisis secara visual dilakukan pada peta penyimpanan arah bangunan masjid terhadap peta kepadatan bangunan dengan resolusi spasial 100 meter. Peta tersebut dibuat dengan pengolahan menggunakan algoritma *point density* yang merupakan tool pada *software* ArcGIS untuk menghitung kerapatan point dalam sebuah luasan yang dikonversi menjadi data raster. Hal itu dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh kepadatan bangunan terhadap nilai penyimpangan arah bangunan masjid.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Jumlah Bangunan Masjid

Jumlah bangunan masjid ditentukan berdasarkan 3 jenis data IGD yaitu Peta RBI, orthophoto dan SIMAS. Data IGD tersebut dimanfaatkan untuk mengidentifikasi posisi dan geometri bangunan masjid guna mengurangi kegiatan survei bangunan masjid secara masal di lapangan. Pada peta RBI diperoleh jumlah masjid sebanyak 103 bangunan yang tersebar diseluruh wilayah Kecamatan Cibeunying Kidul, Kota Bandung. Pada orthophoto dilakukan identifikasi bangunan masjid dengan beberapa elemen pokok bangunan masjid seperti menara dan kubah masjid melalui tampilan atap masjid, sehingga masjid yang teridentifikasi sebesar 149 masjid. Pada proses identifikasi menggunakan dua data tersebut, terdapat selisih jumlah masjid sebesar 46 masjid yang tidak teridentifikasi pada peta RBI.

Hasil proses interpretasi *orthophoto* dalam mengidentifikasi bangunan masjid dan lokasinya yang tidak teridentifikasi pada peta RBI, sehingga diperoleh 46 masjid lainnya yang tersebar di Kecamatan Cibeunying Kidul. Diagram tersebut juga menunjukkan adanya masjid yang tidak dapat diidentifikasi menggunakan *orthophoto* sebesar 18%. Hal tersebut dapat terjadi karena atap bangunan masjid yang tertutup vegetasi pohon atau tidak teridentifikasinya elemen pokok masjid. Kedua hal tersebut menjadi kelemahan saat peneliti mengidentifikasi bangunan masjid melalui interpretasi *orthophoto*.

Tahap selanjutnya dalam proses pengumpulan data masjid dilakukan dengan cara menggabungkan informasi geospasial terhadap data atribut yang diperoleh melalui SIMAS. Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa Kelurahan Sukapada memiliki jumlah bangunan masjid terbanyak sebesar 33 masjid. Hal tersebut dapat terjadi karena Kelurahan Sukapada memiliki luas wilayah yang sangat besar berdasarkan peta RBI yaitu sebesar 83,351 Ha. Sebaliknya Kelurahan Sukamaju memiliki jumlah bangunan masjid paling sedikit sebanyak 14 masjid karena memiliki luas wilayah yang sangat kecil berdasarkan peta RBI yaitu hanya sebesar 51,105 Ha. Pada tabel 1 terdapat rekap data akhir jumlah masjid yang teridentifikasi dalam penelitian ini, jadi 147 jumlah total masjid yang akan diteliti.

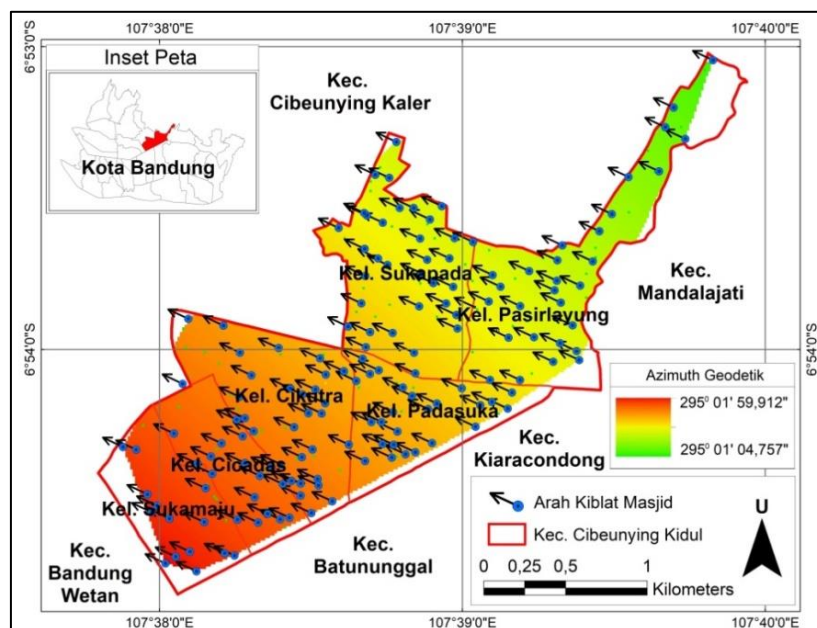
Tabel 1. Rekap Jumlah Bangunan Masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul.

No	Kelurahan	Peta RBI	Orthophoto	SIMAS	Teridentifikasi
1	Cicadas	16	17	12	16
2	Cikutra	15	31	30	30
3	Padasuka	14	25	21	25
4	Pasirlayung	23	29	17	29
5	Sukamaju	8	14	14	14
6	Sukapada	27	33	30	33
Jumlah		103	149	124	147

B. Perhitungan Arah Kiblat Masjid

Arah kiblat masjid dihitung dengan metode *vincenty* pada 147 lokasi masjid diperoleh rata – rata azimuth geodetik sebesar $295^{\circ} 1' 38,298''$. Hasil tersebut berbeda cukup jauh dibandingkan dengan arah kiblat Kota Bandung yang dihitung oleh Dery & Sutiksna (2011) menggunakan rumus persamaan segitiga bola (*spherical trigonometri*) yaitu sebesar $295^{\circ} 10' 00''$. Perbedaan arah kiblat masjid tersebut dapat terjadi karena hasil perhitungan pada penelitian ini dilakukan dengan metode berbeda dan cakupan wilayah yang lebih kecil. Berdasarkan pengukuran jarak melalui peta RBI, wilayah Kota Bandung sendiri masih terbentang cukup jauh ke arah barat dan ke arah timur dari Kecamatan Cibeunying Kidul sejauh 9,679 Km dan 8,071 Km.

Nilai azimuth arah kiblat terbesar dari hasil perhitungan pada penelitian ini adalah sebesar $295^{\circ} 1' 59,912''$, yang terdapat di Masjid Bahrul Ilmi SMP 22 Bandung. Masjid tersebut berada di Kelurahan Sukamaju yang lokasinya paling barat dan paling utara di wilayah Kecamatan Cibeunying Kidul. Sedangkan nilai azimuth arah kiblat terkecil dari hasil perhitungan pada penelitian ini adalah sebesar $295^{\circ} 1' 4,757''$, terdapat di Masjid Baitull Ilmi SMP 22 Bandung. Masjid tersebut berada di Kelurahan Sukamaju yang lokasinya paling timur dan paling selatan di wilayah Kecamatan Cibeunying Kidul. Melalui analisis geovisual menunjukkan bahwa semakin ke arah barat dan ke selatan lokasi masjid maka nilai azimuth arah kiblat akan semakin besar. Hasil perhitungan koreksi garis geodetik menunjukkan nilai rata-ratanya sebesar $2,397''$. Lokasi masjid yang berada di wilayah selatan cenderung memiliki koreksi garis geodetik lebih besar dibandingkan masjid yang berada di wilayah utara di Kecamatan Cibeunying Kidul. Peta arah kiblat masjid yang telah dikoreksi terhadap garis geodetik ditunjukkan pada gambar 7.

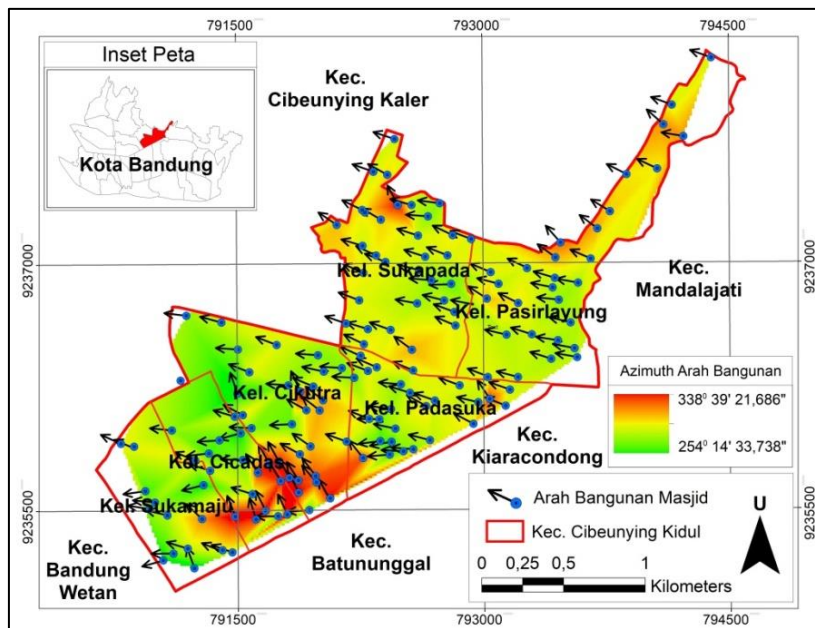


Gambar 7. Peta Arah Kiblat Masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul.

C. Perhitungan Arah Bangunan Masjid

Hasil perhitungan arah bangunan masjid secara masal menggunakan rumus trigonometri pada 147 bangunan masjid diperoleh rata-rata arah bangunan masjid adalah sebesar $291^{\circ} 59' 16,919''$. Hasil tersebut berbeda cukup besar dibandingkan dengan rata-rata azimuth arah bangunan 27 masjid di Kecamatan Bandung Wetan yang dihitung oleh Hamdani (2020) menggunakan citra satelit dalam aplikasi *google earth* yaitu sebesar $279^{\circ} 33'$. Perbedaan arah bangunan masjid tersebut dapat terjadi karena hasil perhitungan pada penelitian ini dilakukan dengan informasi geospasial dengan kualitas resolusi spasial dan wilayah yang berbeda. Kemudian rentang nilai azimuth arah bangunan terbesar dan yang terkecil selisihnya sangat besar yaitu $88^{\circ} 46' 27,149''$. Hal tersebut dapat terjadi karena pada tahap

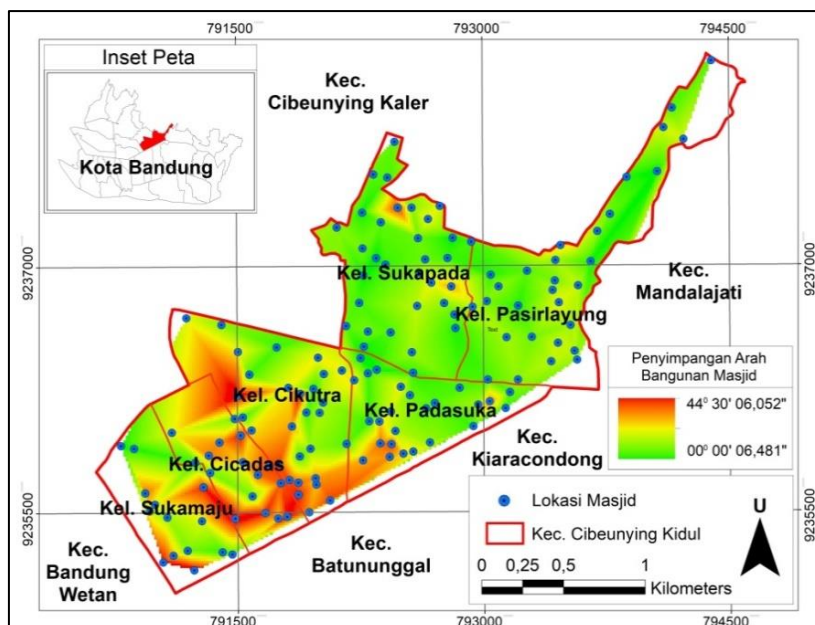
perancangan bangunan awal masjid umumnya masyarakat menggunakan metode yang berbeda-beda dalam menentukan arah bangunan masjidnya. Peta arah bangunan masjid di seluruh Kecamatan Cibeunying Kidul ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Peta Arah Bangunan Masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul.

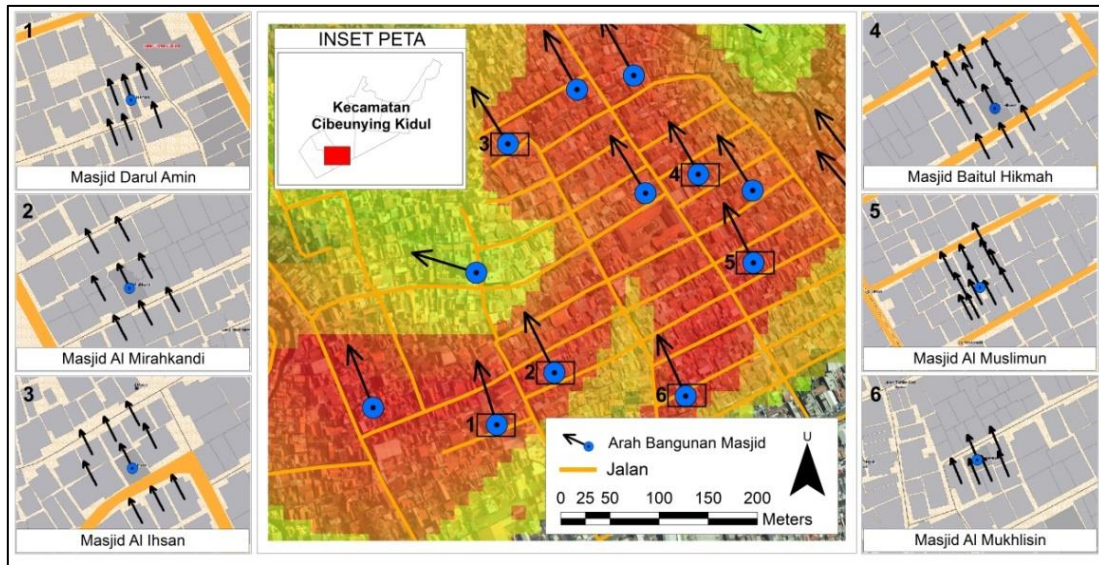
D. Penyimpangan Arah Bangunan Masjid Terhadap Arah Kiblat Masjid

Sesuai Peraturan Daerah (Perda) Nomor 14 Tahun 2018 tentang bangunan gedung dan desain dasar bangunan masjid di Jawa, bahwa arah bangunan masjid seharusnya adalah mengarah ke kiblat. Pada penelitian ini analisis dilakukan dengan membandingkan azimuth geodetik dari masjid ke ka'bah dengan azimuth arah bangunan masjid. Peta penyimpangan arah bangunan masjid di seluruh Kecamatan Cibeunying Kidul ditunjukkan pada gambar 9.



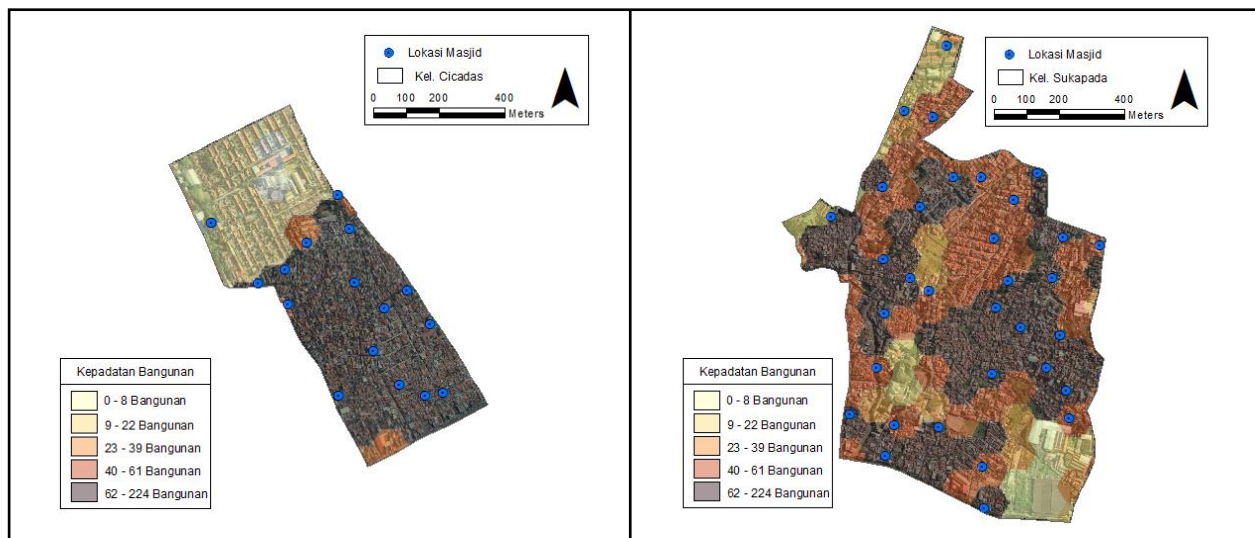
Gambar 9. Peta Penyimpangan Arah Bangunan Masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul.

Hasil analisis secara visual dengan peta RBI dan *orthophoto* menunjukkan adanya pola kelompok penyimpangan arah masjid yang banyak terjadi di wilayah selatan yaitu Kelurahan Cikutra, Kelurahan Cicadas dan Kelurahan Sukamaju. Hasil menunjukkan bahwa arah bangunan masjid di wilayah tersebut cenderung mengikuti arah bangunan disekitar masjid atau tegak lurus dengan arah jalan ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Identifikasi Pengaruh Arah Bangunan Sekitar Masjid dan Arah Jalan.

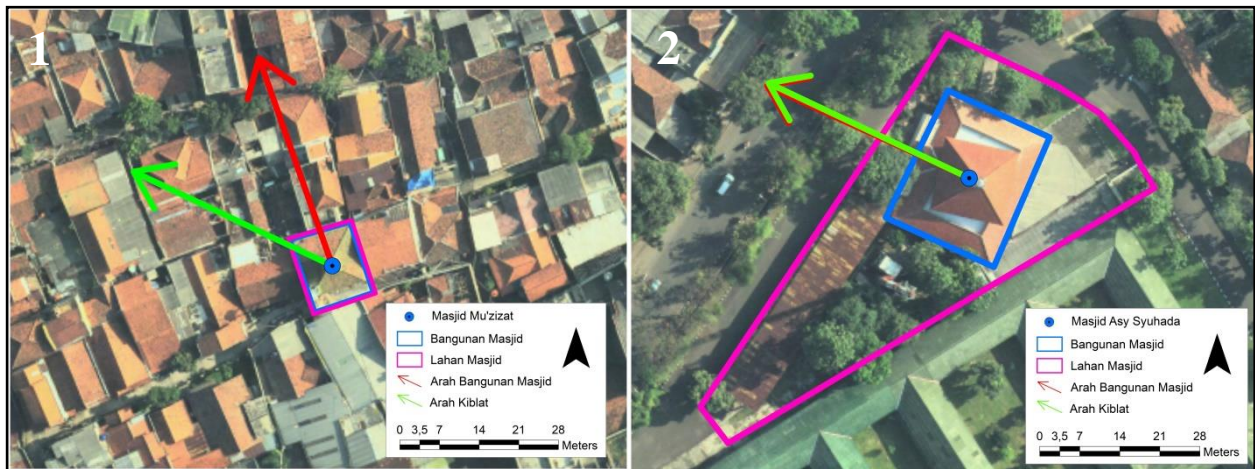
Selanjutnya dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa penyimpangan arah bangunan masjid terbesar dan yang terkecil terdapat di Kelurahan Cicadas dan Kelurahan Sukapada dengan rata-rata penyimpangan arah bangunan masjid sebesar $26^{\circ} 8' 37,046''$ dan $8^{\circ} 46' 12,114''$. Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya pengaruh yang terjadi bersifat positif dengan nilai yang cukup besar yaitu sebesar 27,688 %. Hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin padat bangunan disuatu wilayah maka akan cukup memperbesar tingkat potensi penyimpangan arah bangunan masjid yang terjadi di wilayah tersebut ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Identifikasi Pengaruh Kepadatan Bangunan.

Dari hasil perhitungan juga diperoleh nilai penyimpangan arah bangunan masjid yang terbesar terdapat pada Masjid Al Mu'zizat yaitu sebesar $44^{\circ} 30' 6,052''$. Berdasarkan data dari SIMAS menunjukkan bahwa masjid tersebut dibangun dengan ukuran masjid yang kecil yaitu sebesar 90 m^2 dengan luas lahan hanya sebesar 93 m^2 . Sedangkan nilai penyimpangan arah bangunan masjid dengan nilai kecil salah satunya terdapat pada Masjid Asy Syuhada yaitu sebesar $26^{\circ} 32,645''$. Dimana berdasarkan data dari RBI dan *orthophoto* menunjukkan bahwa masjid tersebut memiliki ukuran masjid yang cukup besar yaitu sebesar 505 m^2 dan dibangun diatas lahan seluas 2.223 m^2 . Perhitungan korelasi dan analisis secara visual juga dapat dilakukan untuk mengetahui besarnya pengaruh koefisien dasar bangunan (KDB) terhadap penyimpangan arah bangunan masjid. Definisi KDB berdasarkan Perda nomor 5 tahun 2020 tentang bangunan gedung Kota Bandung adalah koefisien perbandingan antara luas lantai dasar bangunan gedung dengan luas persil/lahan. Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya tingkat pengaruh yang bersifat positif dengan nilai yang cukup kecil yaitu sebesar 14,001 %. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar KDB disuatu lokasi masjid maka akan sedikit memperbesar tingkat penyimpangan arah bangunan masjid yang terjadi. Hal tersebut terkait dengan

ketersediaan lahan untuk pembangunan masjid yang kemudian akan dapat mempengaruhi penentuan arah bangunan masjid, ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Identifikasi Pengaruh Koefisien Dasar Bangunan Masjid.

Secara umum besarnya nilai rata-rata penyimpangan arah kiblat pada seluruh bangunan masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul adalah sebesar $15^{\circ} 1' 0,365''$. Nilai penyimpangan tersebut dinilai sangat besar jika dibandingkan dengan nilai toleransi ketelitian arah kiblat masjid. Nilai toleransi pada penelitian ini dihitung berdasarkan arah ke Kota Mekah. Berdasarkan penelitian Awaluddin dkk. (2016) menunjukan bahwa wilayah Kota Mekah terbentang dari titik paling utara di koordinat geodetik $21^{\circ} 28' 38,21''$ LU dan $39^{\circ} 49' 57,14''$ BT, hingga menuju ke titik paling selatan di koordinat geodetik $21^{\circ} 23' 8,56''$ LU dan $39^{\circ} 49' 20,06''$ BT. Melalui hasil perhitungan azimuth geodetik diperoleh nilai rata-rata toleransi arah penyimpangan sebesar $+3' 27,607''$ dan $-2' 15,089''$. Hasil uji toleransi tersebut menunjukan bahwa hanya ada satu masjid yang arah bangunannya mengarah ke Kota mekah yaitu Masjid Al Balad di Kelurahan Sukapada. Masjid tersebut memiliki penyimpangan arah bangunan terkecil dari seluruh masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul yaitu sebesar $6,481''$. Banyaknya masjid yang mengalami penyimpangan arah bangunan masjid tersebut dapat terjadi karena tidak diperhitungkannya dengan teliti arah bangunan masjid saat pembangunan awal. Berdasarkan data dari SIMAS, pembangunan masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul rata-rata dilakukan pada tahun 1963. Pada tahun tersebut metode pengukuran dan teknologi penentuan arah kiblat secara geodetik menggunakan alat-alat modern seperti GPS geodetik tentu belum berkembang, sehingga penyimpangan arah bangunan pada setiap masjid masih sangat memungkinkan terjadi.

E. Survei Lapangan

Survei di lapangan dilakukan untuk memvalidasi posisi masjid dan menganalisis pola arah saf sholat masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul. Pada penelitian ini survei dilakukan pada 75 masjid atau sekitar 50% dari seluruh masjid yang tersebar di seluruh wilayah Kecamatan Cibeunying Kidul. Penentuan lokasi masjid dilakukan secara acak atau *random sampling*. Hasil survei lapangan menunjukan bahwa 100% lokasi masjid yang diidentifikasi melalui data IGD sesuai dengan posisi yang sebenarnya. Selanjutnya dari hasil pengamatan secara visual pada arah kiblat masjid di lapangan menunjukan adanya dua kondisi yang berbeda. Kondisi yang pertama terjadi pada 10 masjid, dimana arah kiblat sholat tidak lurus dengan arah bangunan masjid. Sedangkan kondisi yang kedua terjadi pada 65 masjid yang arah kiblat sholat lurus dengan arah bangunan masjid, ditunjukkan pada gambar 13.



Gambar 13. Kondisi Arah Saf Sholat di Masjid Darul Amin dan Masjid Al Barokah.

Berdasarkan hasil survei lapangan tersebut menunjukkan bahwa mayoritas pola arah saf masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul adalah sesuai dengan arah bangunan masjidnya. Hasil tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hamdani (2020) di Kecamatan Bandung Wetan. Sehingga evaluasi untuk mengidentifikasi penyimpangan arah kiblat masjid secara umum dapat dilakukan dengan cara mengukur arah bangunan masjid. Dengan begitu penggunaan IGD akan cukup efektif untuk mengurangi beban kerja instansi pemerintah yang bertugas mengevaluasi dan memverifikasi arah kiblat masjid secara masal, khususnya yaitu Badan Hisab dan Rukyat (BHR) Kota Bandung.

Kesimpulan

Pemanfaatan data IGD dengan skala tinggi terbukti cukup efektif untuk digunakan dalam mengidentifikasi posisi dan geometri bangunan secara akurat. Pada penelitian ini dapat diidentifikasi jumlah bangunan masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul sebanyak 147 bangunan. Nilai rata-rata arah kiblat yang dihitung menggunakan metode *vincenty* pada semua masjid adalah sebesar $295^{\circ} 1' 38,298''$. Nilai tersebut terpaut cukup jauh dibandingkan dengan rata-rata arah bangunan masjid yaitu sebesar $291^{\circ} 59' 16,919''$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata penyimpangan arah bangunan masjid terhadap arah kiblat sebesar $15^{\circ} 1' 0,365''$. Terdapat dua faktor yang teridentifikasi dapat mempengaruhi besarnya arah penyimpangan tersebut yaitu arah kepadatan bangunan sekitar masjid sebesar 27,688 % dan koefisien dasar bangunan masjid sebesar 14,001 %. Kemudian dari hasil perhitungan toleransi penyimpangan arah kiblat menunjukkan bahwa hanya Masjid Al Balad yang arah bangunannya sesuai dengan arah kiblat sholat. Dengan asumsi bahwa arah saf sholat masjid di Kecamatan Cibeunying Kidul lurus dengan arah bangunan masjid.

Daftar Notasi

- φ, λ = koordinat geodetik pada ellipsoid referensi [$^{\circ}$ “ “ Lintang, $^{\circ}$ “ “ Bujur]
 U = lintang reduksi [$^{\circ}$ “ “]
 α = azimuth [$^{\circ}$ “ “]
 e^2 = konstanta eksentrisitas pertama pada ellipsoid referensi
 f = konstanta pengepengan pada ellipsoid referensi
 σ = jarak busur dari equator [$^{\circ}$ “ “]
 s = jarak geodetik [meter]
 N = Radius Lengkung Normal [meter]
 δg = Koreksi Irisan Normal Geodetik [$^{\circ}$ “ “]
 X, Y = koordinat peta [meter, meter]

Daftar Pustaka

- Andiyan, C., & Aldyanto, I. (2021). Kajian Arsitektur Pada Massa Bangunan Masjid Cipaganti. *Sang Pencerah: Jurnal Ilmiah Universitas Muhammadiyah Buton*, 7(2), 189–199. <https://doi.org/10.35326>
- Awaluddin, M., Yuwono, B. D., Hani'ah, H., & Wicaksono, S. (2016). Kajian Penentuan Arah Kiblat Secara Geodetis. *Teknik*, 37(2), 84–87. <https://doi.org/10.14710>
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung. (2020). Retrieved August 13, 2022, from <https://bandungkota.bps.go.id/statictable/2020/12/03/1276/jumlah-muslim&tempat-peribadatan-di-kota-bandung-2019.html>
- Daud, M. K., & Sunardy, I. (2019). Pengukuran Arah Kiblat Menggunakan Alat Modern menurut Perspektif Ulama Dayah (Studi Kasus di Kabupaten Pidie). *Syariah dan hukum*. 2(1), 3-4. <http://dx.doi.org/10.22373/ujhk.v2i1.7639>
- Dery, T., & Sutiksna, H. (2011). Arah Kiblat Umat Islam Kota Bandung. In R. Ceha (Ed.), *SNaPP2011: Sosial, Ekonomi, dan Humaniora* (pp. 497–504). Universitas Islam Bandung. <https://adoc.pub/arah-kiblat-umat-islam-kota-bandung.html>
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). Pemanfaatan Informasi Geospasial untuk Ketahanan Pangan Saat Pandemi Covid-19. *Geografi*, 19(1).
- Gumilar Nur Fajar; Bramanto, Brian; Andreas, Heri; Abidin, Hasanuddin Zainal; Gamal, Mohamad, I. T. (2019). Algoritma Penentuan Dan Rekontruksi Arah Kiblat Teliti Menggunakan Data GNSS. *Geomatika*, 25(2), 73–84. <http://jurnal.big.go.id/index.php/GM/article/view/974/974>
- Hamdani, F. F. R. S. (2020). Verifikasi dan Pemetaan Arah Kiblat Bangunan Masjid dan Musola. *Hayula: Indonesian Journal of Multidisciplinary Islamic Studies*, 4(2), 245–262. <https://doi.org/10.21009/004.2.06>
- Haryanto, A., Ega, M., Ayu, S., Setiawan, A., & Softyan. Asep. (2019). *27 Inovasi Pemanfaatan Informasi Geospasial* (Suprajaka (Ed.)). Badan Informasi Geospasial. https://simojang.big.go.id/assets/inovasi_13okt19.pdf
- Lesawengan, V. F., Jansen, F., & Manoppo, F. J. (2019). Minimalisasi Kesalahan Survey Topografi Dalam Pemetaan

- Digital Dengan Koordinat Global Menggunakan Autocad Land Desktop Dan Geographic Information System. *Jurnal Sipil Statik*, 7(1). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/21409>
- Murtadlo, M. L., & Yuwono, Y. (2017). Studi Perbandingan Ketelitian Nilai Azimut Melalui Pengamatan Matahari dan Global Positioning System (GPS) Terhadap Titik BM Referensi (Studi Kasus: Kampus ITS Sukolilo). *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), A202–A206. <https://doi.org/10.12962>
- Rifa'i, A. (2016). Revitalisasi Fungsi Masjid dalam Kehidupan Masyarakat Modern. *Jurna IAIN Kediri*. 10(2), 155-163. <https://jurnal.iainkediri.ac.id/index.php/universum/article/download/256/220>.
- Senoprabowo, A., Laksana, D. A. W., & Putra, T., P. (2020). Inovasi Ornamen Masjid Agung Demak untuk Motif Batik Kontemporer Khas Demak. *Jurnal Seni Rupa dan Desain*. <https://journal.isi.ac.id/index.php/ars/article/view/4097/1776>
- Soraya, M., Kirana, C., Iqbal, M., & Karsono, B. (2017). *Persepsi Elemen Arsitektural Masjid terkait Konsep Arsitektur Islami*. I101–I108. <https://doi.org/10.32315/TI.6.I101>
- Wu, B., & Zhang, S. (2016). Integration Of Gis And Bim For Indoor Geovisual Analytics. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLI-B2, 455–458. <https://doi.org/10.5194>