

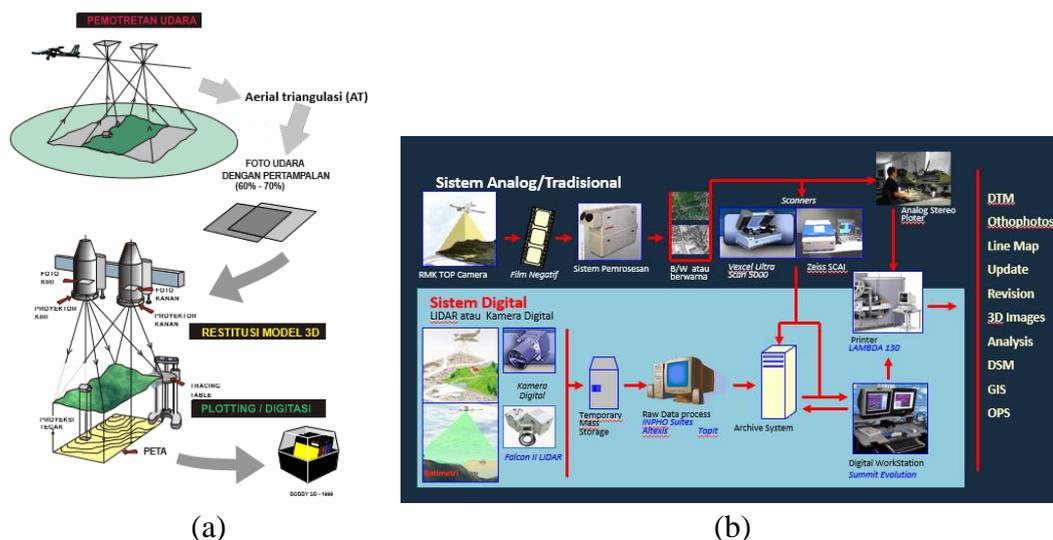
BAB II

DASAR TEORI

Di dalam bab 2 ini, diulas mengenai teori-teori yang mendasari penelitian yang akan dilakukan, yaitu berkaitan dengan masalah fotogrametri termasuk dasar pengolahan, ekstraksi data 3D, konsep tiga dimensi, 3D *geodatabase*, hingga IMB dan dasar hukumnya.

2.1 Fotogrametri

Salah satu teknik pengumpulan data objek/unsur 3D di lapangan (*real world*) dapat dilakukan antara lain dengan menggunakan teknik fotogrametri. Teknik ini mengandalkan foto udara digital sebagai sumber data utamanya. Foto udara hasil pemotretan menyediakan suatu alternatif dalam penyediaan informasi 3D yang akan digunakan dalam penentuan nilai tinggi suatu objek topografi misalnya bangunan. Kualitas informasi yang dihasilkan sangat tergantung dari kualitas citra sumber data tersebut. Secara umum jenis-jenis sistem fotogrametri dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. (a) Sistem fotogrametri konvensional. Sumber: Santoso (2004); (b) Sistem fotogrametri digital. Sumber: Hakim (2016)

2.1.1 Pemotretan Udara

Pemotretan udara merupakan proses pengambilan gambar permukaan bumi dari kedudukan yang tinggi, dengan menggunakan bantuan wahana terbang seperti balon udara, pesawat, UAV, dan lain sebagainya. Tujuan pemotretan udara atau fotografi udara antara lain :

1. Untuk Pembuatan Peta :

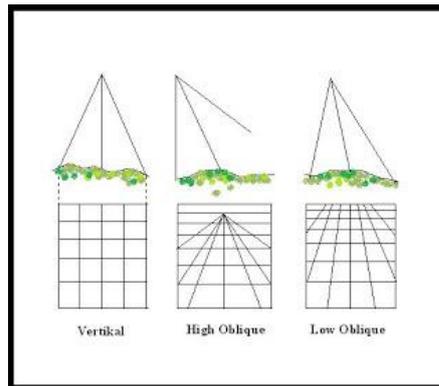
Pembuatan peta ditujukan untuk mendapatkan gambar atau image permukaan bumi yang lebih luas dan menyeluruh dari suatu daerah agar dapat diperoleh informasi yang diperlukan sebagai bahan studi maupun perencanaan lebih lanjut. Peta jenis ini diutamakan mempunyai ketelitian geometri yang tinggi, dengan posisi titik-titik pada foto tersebut mendekati keadaan sebenarnya.

2. Untuk Interpretasi Foto Udara.

Interpretasi foto udara adalah "tindakan memeriksa gambar foto untuk tujuan mengidentifikasi objek dan menilai signifikansi mereka [13]." Prinsip-prinsip interpretasi foto udara telah dikembangkan secara empiris lebih dari 150 tahun. Yang paling dasar dari prinsip-prinsip ini adalah unsur-unsur interpretasi citra di antaranya: lokasi, ukuran, bentuk, bayangan, nada / warna, tekstur, pola, tinggi/kedalaman dan situs/situasi/asosiasi. Unsur-unsur ini secara rutin digunakan ketika menafsirkan sebuah foto udara atau menganalisis gambar foto. Foto udara tersebut dapat dihasilkan dari gelombang cahaya pankromatik, baik berwarna maupun hitam putih. Selain itu juga dapat dihasilkan dari gelombang elektromagnetik lainnya yaitu : infra merah, radar, dan lain-lain.

Metode Pemotretan Udara

Secara umum metode pemotretan udara untuk menghasilkan foto udara ada 2 (dua) jenis yaitu dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut [5]:



Gambar 2. 2. Sudut pengambilan dalam pemotretan udara.
 Sumber: Yanuar (2017)

1. Foto Udara Vertikal.

Foto udara ini dihasilkan dengan cara sumbu optik kamera udara diarahkan vertikal atau mendekati vertikal bidang horizontal permukaan tanah. Besar kemiringan sumbu optik untuk foto udara vertikal biasanya diberi toleransi 3°.

2. Foto Udara Miring.

Foto udara miring dihasilkan dengan cara sumbu optik kamera udara diarahkan miring terhadap bidang horizontal permukaan tanah. Foto udara ini dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu : foto udara dengan kemiringan sumbu optik besar (*high oblique*) dan foto udara dengan kemiringan sumbu optik rendah (*low oblique*).

2.1.2 Triangulasi udara

Triangulasi Udara (*Aerial Triangulation – AT*) adalah metode penentuan titik kontrol foto atau model (dikenal sebagai titik kontrol minor) dengan cara melakukan pengukuran koordinat foto atau koordinat model yang selanjutnya diproses dengan perhitungan perataan dengan bantuan GCP.

Proses AT sebetulnya merupakan proses transformasi 3D dari sistem koordinat foto/model ke sistem koordinat tanah (misalnya koordinat proyeksi peta) dengan bantuan titik sekutu GCP. Pada kasus pemetaan skala 1:1000 Kota Bandung yang digunakan untuk keperluan penelitian tugas akhir ini, metode perataan pada proses AT yang dipilih adalah *Bundle Adjustment* yang menggunakan data input

berupa koordinat foto. Ada metode-metode lain yang bisa dipakai terutama pada pemetaan secara fotogrametris yang belum digital penuh (*fully digital*) yaitu metode IMT atau *Independent Model Triangulation* yang menggunakan data input berupa koordinat model, dan *Aeropoligon* dengan data input berupa koordinat jalur/strip.

2.1.3 Restitusi Foto Udara

Pada proses pemetaan secara fotogrametri, untuk mendapatkan informasi spasial dari foto udara dengan hasil akhir 3D *geodatabase* dilakukan dengan merestitusi foto pasangan-pasangan foto udara dalam satu jalur yang sama. Restitusi (*restitution*) dapat diartikan sebagai rekonstruksi foto udara dari hasil rekaman pasangan foto dalam 2D menjadi model 3D yang benar seperti pada saat pemotretan dilakukan. Seperti dijelaskan di atas, model visualisasi ini kemudian dapat digunakan sebagai sumber pengadaan data spasial yang terkait dengan pembuatan peta. Pembentukan model 3D dari pasangan foto dilakukan melalui tahapan sebagai berikut [1]:

- Orientasi dalam (*inner orientation*),
- Orientasi relatif (*relative orientation*), dan
- Orientasi absolut (*absolute orientation*).

a. Orientasi Dalam

Orientasi dalam pada hakekatnya adalah merekonstruksi berkas sinar seperti pada saat sebuah foto diambil oleh kamera. Pada sistem analog berkas sinar tersebut disimulasikan dengan memproyeksikan pasangan foto dia-positif menggunakan proyektor. Dalam sistem digital, orientasi dalam digital dilakukan dengan memasukkan data panjang fokus dan memasukkan data kalibrasi kamera termasuk didalamnya panjang fokus ($c \approx f$) hasil kalibrasi.

b. Orientasi Relatif

Orientasi relatif merupakan penentuan nilai kemiringan (*tilt*) dan posisi relatif dua buah foto pasangan stereo. Dimana sasaran orientasi relatif ini adalah

mengorientasikan dua buah foto sehingga setiap pasangan sinar yang sekawan dari dua foto tersebut berpotongan pada sistem ruang.

Orientasi ini dapat dilakukan jika lima pasang sinar sekawan pada titik *Von Gruber* dari sepasang foto berpotongan sehingga setiap pasang berkas sinar pada kedua foto seluruhnya akan berpotongan. membentuk model 3D fiktif visualitatif yang bebas paralaks. Pada instrumen restitusi analog yang dilakukan adalah menghilangkan paralaks y di 6 titik *Von Gruber* sebagai titik standard (minimal 5 titik + 1 titik untuk pengecekan). Hasil model 3D yang terbentuk masih mempunyai kedudukan relatif dengan sistem koordinat sembarang/instrumen/mesin. Dari kenyataan ini proses ini biasa disebut sebagai orientasi relatif.

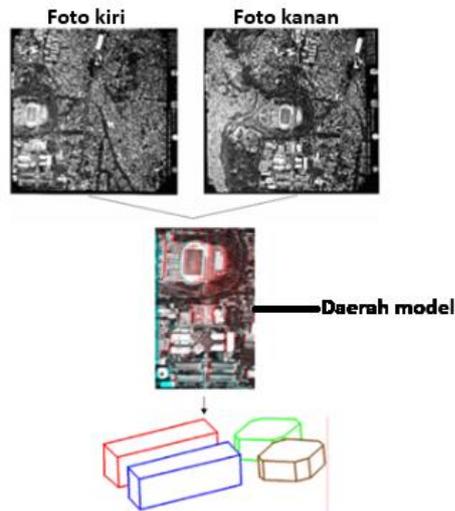
c. Orientasi absolut

Dalam orientasi absolut, model 3D relatif yang masih dalam sistem koordinat instrumen (sembarang) ditransformasikan ke dalam sistem definitif yaitu sistem tanah (sistem proyeksi peta yang dipilih). Untuk melakukan proses orientasi absolut diperlukan minimal 3 titik kontrol minor (X,Y,Z). Proses orientasi absolut sebenarnya merupakan proses transformasi antara koordinat model dengan koordinat tanah. Dalam orientasi absolut akan terdapat proses *leveling* (penegakan) dan *scaling* (penyekalaan). Dalam sistem digital, sistem orientasi absolut dapat dilakukan secara simultan dengan memasukkan data koordinat absolut titik kontrolnya.

2.2 Ekstraksi Data 3D Secara Fotogrametris

Pada proses ekstraksi data spasial dilakukan *pendigitasian* yaitu konversi yang dilakukan untuk mengubah bentuk data dari bentuk raster menjadi bentuk vektor. Pendigitasian dalam ekstraksi data 3D merupakan digitasi 3D dimana perubahan nilai ketinggian diperhatikan dan diperhitungkan pada saat pengamatan 3D.

Karena pengamatan 3D dilakukan pada susasana stereo, maka semua objek/unsur yang terdapat pada model tersebut akan memiliki koordinat 3D. Lihat gambar 2.3 untuk contoh proses ekstraksi data foto udara.



Gambar 2.3. Contoh ekstraksi data dan pengambilan data ketinggian obyek
Sumber: Dokumentasi pribadi (2017)

2.3 Konsep Tiga Dimensi

3D atau 3 Dimensi adalah sebuah objek/ruang yang memiliki panjang, lebar dan tinggi yang memiliki bentuk. 3D tidak hanya digunakan dalam matematika dan fisika saja melainkan juga digunakan dalam bidang grafis, seni, animasi, komputer dan lain-lain. Konsep 3D menunjukkan sebuah objek dalam ruang memiliki tiga unsur geometris yaitu panjang, lebar dan tinggi. Contoh tiga dimensi suatu objek/benda adalah bola, piramida, dan lainnya termasuk bentuk bangunan.

Mengacu pada spasial tiga dimensi, bahwa 3D bereferensi pada sistem koordinat *Cartesian* X, Y dan Z. Istilah 3D ini digunakan di berbagai bidang dan sering dikaitkan dengan hal-hal lain seperti spesifikasi kualitatif tambahan (misalnya: grafis tiga dimensi, 3D video, film 3D, kacamata 3D, suara 3D). Istilah ini biasanya dipakai untuk menunjukkan relevansi jangka waktu tiga dimensi suatu objek, dengan gerakan perspektif untuk menjelaskan sebuah "kedalaman" dari gambar, suara, atau pengalaman taktil. [14].

2.4 Geodatabase

Geodatabase adalah suatu sistem yang digunakan untuk menyimpan data spasial dalam bentuk *dataset*, *raster dataset*, *topologi*, *network dataset*, *terrain dataset* dan lain sebagainya terkait dengan unsur-unsur rupa bumi yang dipetakan dari sistem digital. Ada tiga jenis *geodatabase* dalam ArcGIS [4]:

1). *Personal Geodatabase*, semua dataset disimpan dalam format *.mdb microsoft database dengan *limit size* sampai 2 Giga byet, hanya berjalan pada *windows operating system*. Dapat dipakai oleh *single user* dan kelompok kecil. Sering digunakan untuk manajemen data atribut melalui *microsfot access* untuk jenis atribut *string* (teks)

2). *File Geodatabase*, disimpan dalam bentuk sistem *file*, setiap *dataset* dapat disimpan sampai 1 Terra byet tetapi dapat dibesarkan mencapai 256 Terra byet untuk menyimpan data citra satelit yang besar dan banyak.

3). *ArcSDE Geodatabase*, dapat juga disebut dengan *multiuser geodatabase*, disimpan dalam bentuk *relasional database* menggunakan Microsoft SQL Server, IBM DB2, Oracle, PostgreSQL, IBM Informix. Syarat penggunaan jenis ini memerlukan ArcSDE sebagai penghubung dan tidak terbatas dalam penyimpanan serta penggunaannya. Dapat digunakan pada *platform windows*, UNIX, Linux, dan koneksi langsung ke DBMS

File Geodatabase dan *Personal Geodatabase* tersedia untuk semua pengguna ArcGIS *Dekstop* (*Basic*, *Standard*, *Advanced*) dirancang untuk mendukung model informasi pada *geodatabase* seperti *topologi*, *raster katalog*, *network dataset*, *terrain dataset*, *address locator*, dan lain-lain. *Personal geodatabase* didesain hanya dapat diedit oleh satu *user* saja, untuk *file geodatabase* dimungkinkan dapat diedit lebih dari satu editor pada waktu yang sama untuk *feature* yang berbeda.

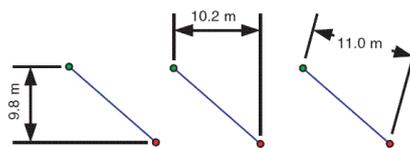
2.4.1 2D dan 3D Geodatabase

Perbedaan mendasar antara 2D *geodatabase* dan 3D *geodatabase* adalah terletak pada jenis *feature class* (kelas unsur)-nya saja. Pada 2D *geodatabase*, kelas unsumnya terdiri dari sebagai berikut [4]:

- Poin: Fitur yang terlalu kecil untuk ditunjukkan sebagai garis atau poligon serta lokasi titik (seperti pengamatan GPS).
- Garis: Mewakili bentuk dan lokasi objek geografis, seperti garis tengah jalan dan arus, terlalu sempit untuk digambarkan sebagai daerah. Garis juga digunakan untuk mewakili fitur yang memiliki panjang namun tidak ada area, seperti garis kontur dan batas.
- Poligon: Sekumpulan fitur area dengan banyak sisi yang mewakili bentuk dan lokasi tipe fitur homogen seperti negara bagian, kabupaten, bidang tanah, jenis tanah, dan zona penggunaan lahan.
- Anotasi: Teks peta termasuk properti untuk bagaimana teks diterjemahkan. Sebagai contoh, selain *string* teks dari setiap anotasi, properti lainnya disertakan seperti titik bentuk untuk menempatkan teks, *font* dan ukuran titik, dan properti layar lainnya. Anotasi juga dapat dikaitkan fitur dan dapat berisi *subclass*.



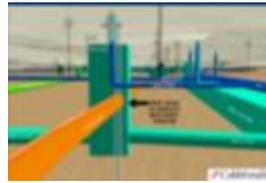
- Dimensi: Anotasi khusus yang menunjukkan jarak atau jarak tertentu, misalnya untuk menunjukkan panjang sisi batas pembatas bangunan atau tanah atau jarak antara dua fitur. Dimensi banyak digunakan dalam aplikasi desain, rekayasa, dan fasilitas untuk GIS



Sementara itu pada 3D *geodatabase*, *feature class* nya sebagai berikut:

- *Feature class vektor:*

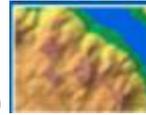
- 3D *points*
- 3D *lines*
- 3D *polygons*



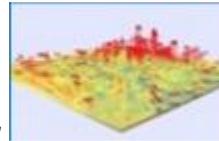
- *Elevation grid raster (DTM/DEM)*



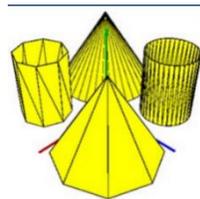
- *Terrains (TIN, point cloud, surface)*



- *Mosaics of LAS Lidar Datasets*



- *Multipatch (volumetric bodies) : collections of triangels, triangels strips, triangle fans, and rings*



2.4.2 3D Geographic Information System (3D GIS)

Model 3D GIS (3D GIS) dapat diartikan sebagai representasi digital dari permukaan (*terrain*) dan obyek yang terdapat di wilayah tertentu [8]. Data geospasial 3D bangunan dan infrastruktur di suatu wilayah dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu data geospasial yang terdapat di atas permukaan bumi, di permukaan bumi dan di bawah permukaan bumi [15].

Dalam bidang geoinformasi representasi data geospasial terdiri atas data dua dimensi (2D) dan data tiga dimensi (3D). Aplikasi data 2D saat ini lebih banyak digunakan dibandingkan data 3D. Hal tersebut disebabkan oleh karena kesulitan dalam membentuk struktur data 3D khususnya pada proses topologi data 3D [7]. Struktur data 3D terdiri dari unsur X,Y,Z [7] yang mengacu pada masing-masing sumbu koordinat *rectangular*. Struktur data 3D tersebut menyatakan posisi dari obyek diatas permukaan bumi. Obyek yang terdapat di atas permukaan bumi terdiri

atas obyek yang bentuknya teratur (*regular*) dan obyek yang bentuknya tidak teratur (*irregular*). Obyek yang bentuknya teratur seperti halnya obyek buatan (*man-made objects*) seperti halnya bangunan gedung, sedangkan obyek yang memiliki bentuk tidak teratur biasanya merupakan obyek alami seperti halnya permukaan topografi. Kedua bentuk obyek tersebut direpresentasikan dalam struktur data 3D dalam dua kelas yaitu *surface based* dan *volume based* [12]. Data *surface based* merupakan representasi data primitif sedangkan *volume based* merupakan representasi data yang menyatakan informasi isi dari obyek. Dalam 3D GIS model, struktur data 3D *surface based* digunakan untuk menyatakan permukaan dimana obyek berada biasanya menggunakan model TIN atau *Grid*. Struktur data 3D *volume based* digunakan untuk merepresentasikan bentuk obyek bangunan dan infrastruktur. Bentuk struktur yang digunakan diantaranya adalah 3D TIN atau *Octree*.

Secara umum tingkatan detail dari representasi 3D GIS Model dapat dikategorikan sebagai berikut [6]:

1. *Levels of detail 0 (LOD0):*

:



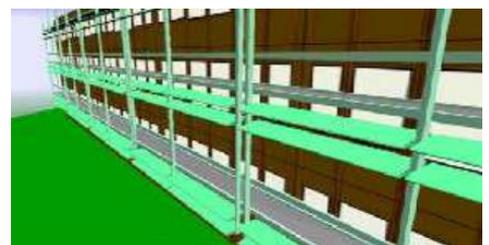
2. *Levels of detail 1 (LOD1)*



3. *Levels of detail 2 (LOD2) :*



4. *Levels of detail 3 (LOD3) :*



1. *Levels of detail* 4 (LOD4) :



Gambar 2.4. Level detail dari objek 3D GIS
Sumber: Gröger (2008)

Tingkat detail LOD0 menampilkan bentuk permukaan digital dimana obyek 3D terletak. Tingkat detail untuk LOD1 menampilkan obyek gedung dan infrastruktur yang terdapat dipermukaan atau diatas permukaan. Posisi *planimetris* dari obyek dinyatakan oleh bentuk sederhana 2D sedangkan bentuk 3D ditentukan dari nilai tinggi gedung. Keseluruhan permukaan dari obyek (*facet*) ditampilkan datar. Tingkat detail untuk LOD2 sama seperti halnya LOD1 perbedaanya terletak pada bentuk sisi atap dari bangunan yang tidak rata tetapi memiliki bentuk geometrik sesuai dengan aslinya. Tingkat detail LOD3 menampilkan obyek lebih detail dimana setiap sisi dari obyek ditampilkan menurut bentuk aslinya. Pada beberapa kasus bentuk dari permukaan sisi obyek diperoleh dari foto udara (*pictometry*) atau foto *oblique* dan dapat diperoleh juga dari teknik pemetaan cepat. Tingkat detail LOD4 menampilkan bagian dalam dari bangunan atau infrastruktur. Data bagian dalam dari obyek tersebut dapat diperoleh dari teknik *terrestrial lidar*.

2.5 Izin Mendirikan Bangunan (IMB)

Izin Mendirikan Bangunan atau biasa dikenal dengan IMB adalah perizinan yang diberikan oleh kepala daerah kepada pemilik bangunan untuk membangun baru, mengubah, memperluas, mengurangi, dan/atau merawat bangunan sesuai dengan persyaratan administratif dan persyaratan teknis yang berlaku. IMB merupakan salah satu produk hukum untuk mewujudkan tatanan tertentu sehingga tercipta ketertiban, keamanan, keselamatan, kenyamanan, sekaligus kepastian hukum.. IMB tersebut melegalkan suatu bangunan yang direncanakan sesuai dengan tata ruang yang telah ditentukan dan rencana konstruksi bangunan tersebut

juga dapat di pertanggungjawabkan dengan maksud untuk kepentingan bersama. Sehingga jelas bahwa IMB itu penting. Selain hal tersebut memiliki bangunan yang telah ber-IMB juga memiliki kelebihan dibandingkan dengan bangunan yang tidak ber-IMB, yakni [9]:

1. Bangunan memiliki nilai jual yang tinggi
2. Jaminan kredit bank
3. Peningkatan status tanah
4. Informasi peruntukan dan rencana jalan

2.5.1 Dasar Hukum Penerbitan IMB

Bangunan gedung merupakan buah karya manusia yang dibuat untuk menunjang kebutuhan hidup manusia. Pada dasarnya setiap orang, badan atau institusi bebas untuk membangun bangunan gedung sesuai dengan kebutuhan, ketersediaan dana, bentuk dan konstruksi. Hanya saja mengingat mungkin saja pembangunan suatu gedung dapat mengganggu orang lain maupun mungkin membahayakan kepentingan umum, tentunya pembangunan bangunan gedung harus diatur dan diawasi oleh pemerintah maka dari itu diperlukan suatu aturan hukum yang dapat mengatur agar bangunan gedung dapat dibangun secara benar. Pengaturan mengenai bangunan gedung di Indonesia telah diatur dalam dasar hukum yang kuat yakni dalam bentuk undang-undang yang memiliki aturan pelaksanaan berupa peraturan pemerintah. Undang-undang yang dimaksud adalah Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, dimana sebagai aturan pelaksanaannya, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 36 Tahun 2005 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 tentang bangunan gedung, persyaratan bangunan gedung, penyelenggaraan bangunan gedung, termasuk hak dan kewajiban pemilik dan pengguna bangunan gedung pada setiap tahap penyelenggaraan bangunan gedung, ketentuan tentang peran masyarakat dan pembinaan oleh pemerintah, sanksi, ketentuan peralihan dan ketentuan penutup. Keseluruhan maksud dan tujuan pengaturan tersebut dilandasi oleh asas kemanfaatan, keselamatan, keseimbangan dan keserasian bangunan gedung dengan lingkungannya, bagi kepentingan masyarakat yang berprrikemanusiaan dan berkeadilan.

Persyaratan administratif penyelenggaraan bangunan gedung harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

a. Setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan administratif yang meliputi:

- 1) status hak atas tanah, dan/ izin pemanfaatan dan pemegang hak atas tanah;
- 2) status kepemilikan bangunan gedung;
- 3) izin mendirikan bangunan gedung; dan
- 4) sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

b. Setiap orang/badan hukum dapat memiliki bangunan gedung atau bagian bangunan gedung,

c. Pemerintah daerah wajib mendata bangunan gedung untuk keperluan tertib pembangunan dan pemanfaatan;

d. Ketentuan mengenai izin mendirikan bangunan gedung, kepemilikan dan pendataan bangunan gedung sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), (2) dan (3) diatur lebih lanjut dengan Peraturan Pemerintah.

Sedangkan ketentuan mengenai kewajiban setiap orang/badan yang hendak mendirikan bangunan harus memiliki izin mendirikan bangunan adalah berdasarkan Pasal 14 ayat (1) Peraturan Pemerintah RI No. 36 Tahun 2005 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung [9].