

PERENCANAAN DAN PERANCANGAN TAPAK

Buku Jilid 1

Agus Budi Purnomo

Dwi Rosnarti

Nuzuliar Rahmah

Julindiani Iskandar

Etty Retno Kridarso

Jurusan Arsitektur - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Trisakti

2022

KATA PENGANTAR

Buku ini kami buat dengan tujuan untuk mengembangkan pengetahuan dan teknik-teknik tentang perencanaan dan perancangan tapak. Pembuatan buku dilakukan oleh tim terdiri atas lima dosen perencanaan dan perancangan tapak, yang mengajar di Jurusan Arsitektur, Universitas Trisakti. Rencananya semua pengetahuan yang selama ini disampaikan sebagai bahan kuliah tentang perencanaan dan perancangan tapak akan diterbitkan menjadi beberapa jilid buku. Untuk sementara ini kami baru bisa mempersembahkan buku jilid 1 ini.

Dalam mengumpulkan data dan informasi yang kami sajikan dalam buku jilid 1 ini, kami banyak dibantu oleh berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada seluruh mahasiswa kami yang selama ini sudah rela mendengar kuliah kami dan sudah bekerja keras membantu mengumpulkan berbagai hal tentang perencanaan dan perancangan tapak, yang sebagian telah kami sajikan dalam buku jilid 1 ini.

Buku ini tak lepas dari kekurangan. Hanya Allah Subhanahuwataala saja yang sempurna. Oleh sebab itu, dalam kesempatan ini kami tim penulis mengucapkan maaf sebesar-besarnya bila ada hal yang kurang dalam buku kami ini. Kepada para Pembaca kami mohon masukannya yang membangun sehingga di masa depan buku ini bisa di sempurnakan lagi. Semoga Allah memberi pahala yang setimpal kepada pembaca.

Akhirnya kepada Pembaca, kami ucapkan terimakasih atas kesabarannya membaca buku ini. Semoga apa yang kami sajikan dalam buku ini bisa membantu kegiatan perencanaan dan perancangan tapak yang sedang dilakukan baik sebagai professional maupun mahasiswa.

Jakarta, 1 April 2022

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
Bab. 1. PENDAHULUAN	1
Bab. 2. ANALISA TOPOGRAFI	7
2.1. Analisa Kemiringan Tapak.....	9
2.2. Analisa Aliran Air Permukaan (<i>Runoff</i>).....	14
2.3. Analisa Pemandangan (<i>Viewshed</i>).....	18
2.4. Analisa Urug dan Gali (<i>Cut and Fill</i>).....	19
2.5. Penutup.....	24
Soal Latihan	25
Bab. 3. ANALISA VEGETASI.....	27
3.1. Jenis Vegetasi Berdasarkan Komponen dan Ukurannya	27
3.2. Vegetasi sebagai Elemen Pembentuk Ruang	33
3.3. Vegetasi sebagai Pengubah Iklim Mikro	37
3.4. Akar Vegetasi dan Dampaknya pada Bangunan	41
3.5. Makna Simbolik Vegetasi.....	43
3.6. Peta Vegetasi.....	44
3.7. Analisis Ketersediaan Lahan untuk Bangunan.....	45
3.8. Penutup.....	49
Soal Latihan	49
Bab 4. ANALISA PERGERAKAN MATAHARI	51
4.1. <i>Solar Chart</i>	53
4.2. Membentuk bayangan dari Hasil Analisa <i>Solar Chart</i>	56
4.3. Penutup.....	62
Soal Latihan	63
Bab 5. ANALISA INTENSITAS PEMANFAATAN LAHAN	65

5.1. Pengendalian Luas Bangunan	67
5.2. Garis Sempadan dan Jarak Bebas.....	72
5.3. Bidang dan Volume Sempadan.....	75
5.4. Sumber Informasi tentang Koefisien-koefisien Pengendalian Intensitas Pemanfaatan Lahan.	78
5.5. Penutup.....	84
Soal Latihan	85
Bab 6. ANALISA UTILITAS	87
6.1. Jaringan Jalan.....	88
6.2. Jaringan Drainase	92
6.3. Jaringan Listrik.....	93
6.4. Pembuangan Limbah.....	94
6.5. Jaringan Gas.....	96
6.6. Jaringan Air Bersih,.....	97
6.7. Jaringan Telekomunikasi.....	98
6.8. Sistem Penanganan Kebakaran.....	99
6.9. Jaringan Transportasi Umum	101
6.10. Peta Utilitas	103
6.11. Penutup.....	106
Soal Latihan	107
Bab 7. PENUTUP	109
DAFTAR LITERATUR	111
Bab 1. PENDAHULUAN.....	111
Bab 2. ANALISA TOPOGRAFI	111
Bab 3. ANALISA VEGETASI	113
Bab 4. PERGERAKAN MATAHARI	114
Bab 5. ANALISA INTENSITAS PEMANFAATAN LAHAN	115
Bab 6. ANALISA UTILITAS	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Pokok bahasan.....	2
Gambar 1.2. Rincian substansi yang dibahas dalam buku ini.....	4
Gambar 2.1. Contoh peta kontur (sumber: World Atlas, 2022).....	7
Gambar 2.2. Contoh peta kontur dari suatu bentuk permukaan bumi.....	8
Gambar 2.3. Contoh peta kontur dari suatu bentuk permukaan bumi berupa jalan dan lapangan parkir.....	9
Gambar 2.4. Parameter-parameter kemiringan tapak.....	10
Gambar 2.5. Jarak horizontal (d) antara dua titik pada garis kontur yang berbeda.....	11
Gambar 2.6. Menghitung perkiraan kemiringan permukaan lahan.....	12
Gambar 2.7. Rangkaian warna untuk peta kemiringan lahan.....	13
Gambar 2.8. Contoh peta kemiringan.....	13
Gambar 2.9. Contoh peta kemiringan lahan (sumber peta dasar: Metzger, 2022).....	14
Gambar 2.10. Definisi titik terdekat antara dua titik di dua garis kontur berbeda.....	15
Gambar 2.11. Arah <i>runoff</i> dari titik terdekat antara dua titik di dua garis kontur berbeda.....	15
Gambar 2.12. Pembuatan peta <i>runoff</i> secara manual.....	16
Gambar 2.13. Contoh peta <i>runoff</i> yang dibuat secara manual (sumber peta dasar: Sendall, 2007).....	16
Gambar 2.14. Pembuatan peta <i>runoff</i> menggunakan grid.....	17
Gambar 2.15. Pembuatan peta <i>runoff</i> menggunakan grid (sumber peta dasar: Sendall, 2007).....	17
Gambar 2.16. Prinsip dari analisa <i>viewshed</i>	19
Gambar 2.17. Contoh peta <i>viewshed</i> dengan 3 titik pandang (TP).....	20
Gambar 2.18. Definisi gali dan urug (<i>cut and fill</i>).....	21
Gambar 2.19. Contoh perubahan kontur karena perletakan bangunan pada tapak.....	22
Gambar 2.20. Contoh perubahan kontur karena tangga.....	22
Gambar 2.21. Standar tangga ruangan terbuka.....	23
Gambar 2.22. Jalan kendaraan bermotor dengan kemiringan sama sepanjang sumbu jalan.....	23
Gambar 2.23. Jalan kendaraan bermotor dengan kemiringan sepanjang sumbu yang relatif sama juga merubah peta kontur.....	24
Gambar 3.1. Bagian dan ukuran dasar vegetasi.....	28
Gambar 3.2. Vegetasi berdasarkan bentuk kanopinya.....	29
Gambar 3.3. Contoh pohon berbentuk tiang sebagai pembentuk ruang.....	30
Gambar 3.4. Pohon berkanopi oval horizontal seperti Beringin (<i>Ficus bejamina</i>) memberi “atap” pada ruang terbuka.....	30
Gambar 3.5. Pohon berkanopi oval horizontal dengan tb relatif besar seperti Eucaliptus bisa digunakan membentuk ruang luar seperti pilotis.....	31
Gambar 3.6. Koridor dibentuk oleh dua deret pepohonan yang berkanopi oval horizontal dengan tb besar.....	31
Gambar 3.7. Palem Raja (<i>Roystonea regia</i>) sebagai pengarah visual.....	32
Gambar 3.8. Tanaman merambat di pagar dan perdu yang dipangkas/dibentuk.....	33
Gambar 3.9. Pergola perdu.....	33
Gambar 3.10. Contoh vegetasi sebagai focal point dalam berbagai skala ruang.....	34
Gambar 3.11. Vegetasi sebagai bingkai <i>vista</i>	36
Gambar 3.12. Bingkai vegetasi pada karya Frank Lloyd Wright.....	36

Gambar 3.13. Vegetasi sebagai filter pada karya Alvar Aalto.....	37
Gambar 3.14. Vegetasi memperhalus tampilan ruang terbuka yang dikelilingi bangunan....	38
Gambar 3.15. Pohon Ujan, CF=28%.....	39
Gambar 3.16. Palembang Raja CF=2%.....	39
Gambar 3.17. Dinding polos (a) dan dinding yang dilindungi oleh vegetasi (b).....	40
Gambar 3.18. Cara menanam tanaman Lee Kwan Yew (<i>Vernonia elliptica</i>).	41
Gambar 3.19. Akar tunjang (a) dan akar serabut (b).....	42
Gambar 3.20. <i>Drip-line</i> dan persebaran akar.	42
Gambar 3.21. Contoh peta titik vegetasi.	45
Gambar 3.22. Contoh peta kanopi.....	47
Gambar 3.23. Contoh peta tinggi vegetasi (t).....	48
Gambar 3.24. Contoh daerah bebas vegetasi.....	48
Gambar 4.1. Pergerakan bumi relatif terhadap matahari.....	52
Gambar 4.2. Sistem koordinat lintang dan bujur.	52
Gambar 4.3. Posisi matahari dan musim.....	53
Gambar 4.4. <i>Solar Chart</i>	54
Gambar 4.5. <i>Azimuth</i>	55
Gambar 4.6. Hubungan <i>azimuth</i> , <i>altitude</i> , <i>zenith</i> dan bayangan sebuah objek (tiang).	56
Gambar 4.7. Tampilan situs sunearthtools.....	57
Gambar 4.8. <i>Solar Chart</i> Jakarta dari situs sunearthtools.....	58
Gambar 4.9. Bayangan kubus 10m x 10m x 10m sesuai dengan <i>azimuth</i> dan <i>altitude</i> yang ada pada <i>Solar Chart</i> di Gambar 4.8.	59
Gambar 4.10. <i>Layer</i> pertama peta bayangan adalah peta vegetasi (bayangan jam 7.00, bulan Juni, tanggal 21, Jakarta).	60
Gambar 4.11. <i>Layer</i> bayangan vegetasi (bayangan jam 10.00, bulan Juni, tanggal 21, Jakarta).	61
Gambar 4.12. <i>Layer</i> bayangan vegetasi (bayangan jam 14.00, bulan Juni, tanggal 21, Jakarta).	62
Gambar 5.1. Gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB (sumber: Agus, 2021).....	69
Gambar 5.2. Kebebasan berkreasi membuat gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB (sumber: Agus, 2021).....	70
Gambar 5.3. Gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB yang sama seperti Gambar 5.1, tapi bentuk dan luas lantai di atas lantai dasar berbeda dengan LLD (sumber: Agus, 2021).	71
Gambar 5.4. Gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB yang sama seperti Gambar 5.1, tapi dengan bentuk dan luas lantai yang lebih bervariasi (sumber: Agus, 2021).....	71
Gambar 5.5. Kaitan antara GSB dengan GSJ.....	73
Gambar 5.6. Potongan sungai dan kaitan antara GSB dengan GSS.	74
Gambar 5.7. Potongan sungai dan GSS.	74
Gambar 5.8. Setback bangunan karena, (a) matahari, (b) privasi.	76
Gambar 5.9. Bidang setback.	77
Gambar 5.10. <i>Volume setback</i>	77
Gambar 5.11. Peta dari situs Jakarta Satu.	79
Gambar 5.12. Peta Grogol dan sekitarnya dari situs Jakarta Satu.	80
Gambar 5.13. Daftar informasi dari situs Jakarta Satu.....	80
Gambar 5.14. Daftar informasi dari situs Jakarta Satu yang berisi KDB, KLB, KB, dan KDH.	81
Gambar 5.15. Situs Jakarta Satu diakses melalui komputer.....	82

Gambar 5.16. Peta dari situs Jakarta Satu.	82
Gambar 5.17. Peta lokasi yang hendak dicari datanya pada Jakarta Satu.	83
Gambar 5.18. Menu informasi yang ada pada Jakarta Satu.	83
Gambar 5.19. Informasi tentang lokasi yang dicari dari Jakarta Satu.	84
Gambar 6.1. Sistem jaringan jalan primer.	89
Gambar 6.2. Sistem jaringan jalan sekunder.	89
Gambar 6.3. Antarmuka Google Map.	91
Gambar 6.4. Zoom ke kawasan yang dituju.	91
Gambar 6.5. Pilih titik awal jalan.	92
Gambar 6.6. Kondisi jalan.	92
Gambar 6.7. Jarak aman jaringan transmisi listrik.	94
Gambar 6.8. Sistem pengolahan limbah cair dengan septik tank.	95
Gambar 6.9. Proses perjalanan sampah.	96
Gambar 6.10. Jaringan transmisi dan distribusi gas bumi.	97
Gambar 6.11. Jaringan BTS.	99
Gambar 6.12. Jarak minimum antar hidran dengan bangunan.	100
Gambar 6.13. Pencegahan terhadap kebakaran lingkungan.	101
Gambar 6.14. Kriteria perletakan halte.	103
Gambar 6.15. Tampilan peta GIS dengan berbagai layer atau theme.	104
Gambar 6.16. Contoh peta jalan.	104
Gambar 6.17. Contoh hasil <i>overlay</i> peta jalan dengan peta tapak.	105
Gambar 6.18. Contoh hasil <i>overlay</i> berbagai peta utilitas dengan peta tapak.	105
Gambar 6.19. Contoh hasil peta utilitas dengan tambahan entitas garis (jalan) dan titik (hidran kota).	106

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sebagian dari tabel atribut peta pada Gambar 3.12.	46
Tabel 4.1. Posisi dan parameter-parameter <i>Solar Chart</i> bagi contoh pada Gambar 4.9.....	58
Tabel 6.1. Klasifikasi jalan.....	88
Tabel 6.2. GSJ berbagai klas jalan.....	90
Tabel 6.3. Hirarki drainase perkotaan.	93
Tabel 6.4. Jaringan distribusi listrik (PERMEN ESDM, No. 2, Tahun 2015).	93
Tabel 6.5. Jarak bebas pipa gas (Perda Kab. Demak, Nomor 1 tahun 2015).	97
Tabel 6.6. Diameter pipa untuk klasifikasi pipa air bersih.	98
Tabel 6.7. Jarak bebas pipa air bersih berdasarkan diameter pipa (Sukarto, 2017).	98
Tabel 6.8. Jarak antar bangunan agar bila terjadi kebakaran, api tidak meluas.	100
Tabel 6.9. Klaifikasi tempat perhentian transportasi umum/halte.	102

Bab. 1. PENDAHULUAN

Perencanaan tapak (*site planning*) adalah seni menata lingkungan buatan manusia dan lingkungan alam guna menunjang kegiatan-kegiatan manusia. Tapak mempunyai dua komponen, yaitu (Snyder dan Catanese, 1979) lingkungan alam dan lingkungan buatan. Lingkungan alam adalah suatu sistem ekologi dari air, udara, energi, tanah, tumbuhan (vegetasi). Kegiatan manusia merupakan bagian penting dari sistem ekologi ini. Lingkungan buatan manusia terdiri atas bentuk-bentuk kota yang dibangun, struktur fisik dan pengaturan ruangnya serta pola-pola perilaku sosial, politik, dan ekonomi yang membentuk lingkungan fisik tersebut. Sering kali lingkungan buatan konflik dengan lingkungan alam. Sebagai contoh kota-kota dibangun dengan sistem struktur dan infrastruktur seperti bangunan, saluran pembuangan air hujan dan limbah, serta utilitas lainnya yang melebihi daya dukung lingkungan alam.

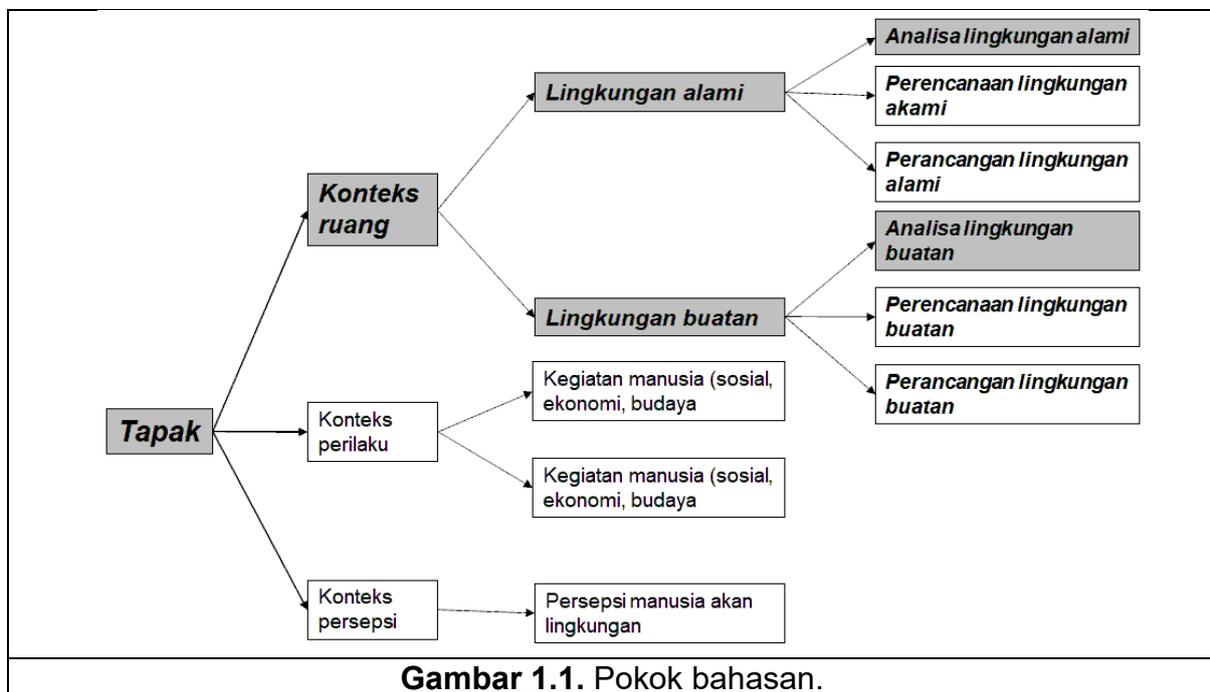
Dalam perencanaan tapak (*site planning*), pemecahan persoalan arsitektur memerlukan proses yang rasional dan kritis. Sering kali sasaran pokok perancangan yang ditentukan oleh klien tidak dapat sepenuhnya ditetapkan sebelum analisa tapak dilakukan. Analisa tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai potensi dan kendala yang ada pada tapak. Selain dari sisi klien, dalam menentukan sasaran perancangan tapak, perlu juga melibatkan para penduduk dan/atau pemilik tanah setempat dan yang berdekatan. Oleh karena itu dalam perencanaan dan perancangan tapak arsitek harus mempertimbangkan kepentingan dari semua pihak yang berada di sekitar tapak. Sehingga pembangunan baru atau pembangunan kembali tidak memberi dampak yang negatif bagi semua pihak yang terkait.

Aspek lain yang harus diperhatikan dalam perencanaan tapak ialah pentingnya untuk memperhatikan konsep keberlanjutan. Jangan sampai rencana yang dihasilkan mengganggu keberlanjutan lingkungan. Pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) adalah proses pembangunan yang berprinsip memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi masa depan (United Nations, 1987). Sebagai contoh, salah satu faktor yang harus dihadapi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan adalah bagaimana mencegah kerusakan lingkungan tanpa mengorbankan kebutuhan pembangunan ekonomi dan keadilan sosial.

Pembangunan berkelanjutan terdiri dari tiga tiang utama yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan yang saling bergantung dan mempengaruhi. Dokumen-dokumen PBB, hasil World Summit 2005 menyebut ketiga dimensi tersebut saling terkait dan merupakan pilar pendorong bagi pembangunan berkelanjutan. Bila dikaitkan dengan ketiga dimensi pembangunan berkelanjutan tersebut, kegiatan perencanaan dan perancangan tapak dapat dipisah menjadi dua bagian. Pertama ialah analisa terhadap lingkungan alami dan buatan. Dari analisa tersebut bisa diketahui daya dukung

lingkungan terhadap pembangunan manusia yang akan dilakukan di sebuah tapak. Dengan demikian pembangunan nanti tidak akan menggunakan sumber daya lingkungan melebihi kemampuan dan sumber daya yang dimiliki tapak, yang tentu saja akan mempengaruhi keberlanjutan lingkungan (Güven dan Küçükali, 2014). Kedua, dari batasan atau daya dukung tapak yang telah diketahui dari proses analisa tapak, selanjutnya dilakukan perencanaan dan perancangan tapak yang relevan dengan daya dukung tersebut.

Gambar 1.1 berisi pokok bahasan yang dibahas dalam kelima jilid buku dapat dibagi menjadi tiga bagian utama. Pertama, buku ini akan membahas analisa tapak yang bisa dipisahkan menjadi analisa terhadap komponen alami dan analisa terhadap komponen buatan (Lynch dan Hack, 2014). Kedua ialah bagian buku yang membahas tentang konteks perilaku manusia yang relevan dengan tapak. Ketiga ialah bagian yang membahas tentang persepsi manusia terhadap dua komponen tapak tersebut.



Buku ini adalah jilid pertama dari lima jilid buku yang membahas tentang perencanaan dan perancangan tapak. Pokok bahasan ke empat buku bisa dilihat pada Gambar 1.1 berbentuk tulisan dalam kotak berlatar belakang abu-abu dan huruf miring yang tebal. Buku jilid pertama ini akan dibatasi pada pembahasan tentang analisis terhadap dimensi lingkungan yang disebut oleh World Summit 2005 tersebut di atas.

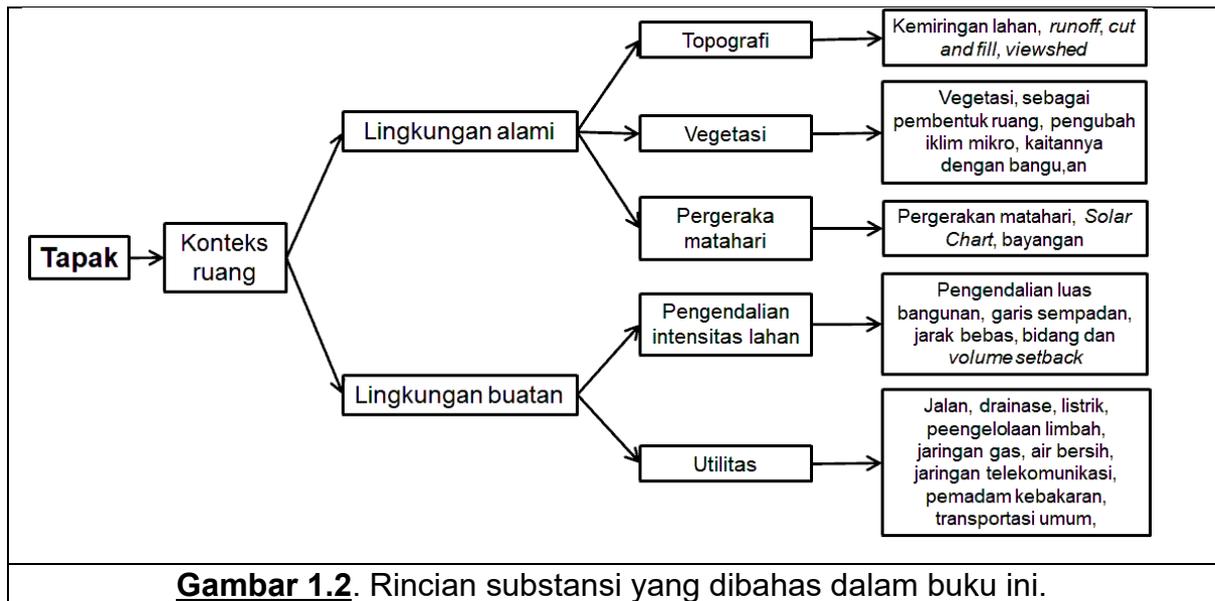
Lingkungan alami yang dibahas dalam buku jilid 1 ini meliputi berbagai komponen tapak, antara lain, topografi, vegetasi, pergerakan matahari, iklim mikro dan pemandangan alam (Russ, 2009). Buku jilid satu ini juga membahas tentang lingkungan buatan, yang dibahas dalam buku ini terdiri atas jaringan pergerakan, jaringan utilitas, bangunan eksisting yang ada di sekitar dan dalam tapak. Yang juga termasuk dalam lingkungan buatan adalah berbagai kebijaksanaan dan peraturan yang mengatur pembangunan di sebuah lahan seperti peraturan yang mengendalikan intensitas pemanfaatan lahan, dan berbagai jarak bebas yang berlaku resmi bagi sebuah tapak.

Teknik analisa terhadap komponen alam dan buatan yang disebut diatas juga akan dibahas mulai dari teknik analisa yang bersifat manual, dan kemudian teknik yang lebih sistimatis. Walaupun demikian dalam membahas teknik-teknik analisa yang bersifat sistimatis, untuk menyesuaikan dengan pola kerja perancang, buku ini akan mengurangi sebanyak mungkin pembahasan yang bersifat kuantitatif. Pembahasan tentang berbagai teknik analisa tapak akan menggunakan berbagai gambar diagram yang bersifat visual dengan harapan bisa lebih mudah dimengerti oleh pembaca. **Gambar 1.2** memperlihatkan rincian teknik-teknik analisa berbagai komponen tapak yang antara lain terdiri atas teknik-teknik analisa kemiringan tapak, aliran air permukaan (*runoff*), analisa tentang distribusi ruang berbagai jenis vegetasi, analisa tentang pergerakan matahari, dan analisa *viewshed* terhadap pemandangan atau objek pergarah visual yang ada di dalam atau di luar tapak.

Gambar 1.2 juga memperlihatkan teknik analisa terhadap berbagai jaringan pergerakan dan utilitas yang ada di dalam ataupun sekitar lahan. Selain itu, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.2, dalam buku jilid 1 ini akan dibahas teknik-teknik analisa yang menyangkut pengendalian intensitas pemanfaatan lahan seperti KDB (koefisien dasar bangunan), KLB (koefisien lantai bangunan, dan koefisien pengendalian pemanfaatan lahan lainnya (Shimada dan Keiko, 2008). Selain koefisien-koefisien tersebut, yang termasuk dalam usaha untuk mengendalikan intensitas pemafaatan lahan adalah berbagai jarak bebas seperti GSB (garis sempadan bangunan), GSS (garis sempadan sungai), GSP (garis sempadan pantai) dan berbagai jenis jarak bebas atau *setback* lainnya (Claridades, 2021). Semua koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan lahan sudah menjadi peraturan resmi yang harus dipatuhi oleh masyarakat dalam mengembangkan tapaknya. Oleh karena itu dalam buku ini juga dibahas berbagai cara untuk mendapatkan koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan lahan yang berlaku pada suatu tapak.

Dalam buku jilid 1 ini belum dibahas tentang bagaimana hasil dari berbagai analisa yang telah disebut di atas bisa diramu menjadi suatu tujuan perancangan atau yang dikenal sebagai rencana tapak. Tujuan utama buku ini adalah memberi penjelasan bagaimana sebuah tapak dengan berbagai komponennya di analisa. Dari hasil berbagai analisa diharapkan langkah berikutnya bisa lebih terarah sehingga aspek-aspek keberlanjutan lingkungan yang telah diterangkan di atas dapat dicapai dalam perancangan tapak. Pembahasan tentang perencanaan dan perancangan tapak akan di bahas pada buku-buku jilid berikutnya.

Bab 2 dari buku ini akan membahas komponen alam yang dikenal dengan topografi. Secara harfiah topografi bisa diartikan sebagai bentuk permukaan bumi. Ada beberapa cara untuk menggambarkan bentuk permukaan bumi (World Atlas, 2022). Umumnya permukaan bumi digambar dengan menggunakan peta, terutama peta kontur. Dalam Bab 2 nanti akan dibahas definisi dasar mengenai kontur, penggambaran kemiringan permukaan bumi dan aliran air permukaan (*runoff*) berdasarkan peta kontur. Dalam Bab 2 juga, dengan menggunakan peta kontur, bisa diketahui apakah dari sebuah titik di tapak bisa dilihat titik-titik atau bidang pandang tertentu. Dengan maksud tersebut, pada Bab 2 juga di bahas tentang analisa *viewshed*.



Keterangan mengenai cara menganalisa topografi menggunakan peta kontur dilakukan mulai dari cara manual yang sederhana hingga cara yang lebih sistematik. Sebagai contoh, pembuatan peta aliran air permukaan bisa dilakukan dengan membuat panah-panah kecil tegak lurus garis kontur (Sprecher, 2022). Panah-panah kecil itu bisa digambarkan secara manual dan intuitif, atau secara sistematik yang secara tepat bisa membuat vektor aliran air permukaan (*runoff*) yang tegak lurus garis singgung kontur di titik tertentu. Tujuan utama analisa topografi ialah untuk memetakan bagian-bagian lahan yang layak atau tidak untuk menjadi tempat meletakkan bangunan. Hal ini penting agar bangunan yang dirancang pada suatu tapak tidak konflik dengan perilaku alam yang menyebabkan bencana seperti longsor atau menghambat aliran air permukaan yang bisa merusak bangunan.

Bab 3 akan membahas teknik analisa terhadap vegetasi yang ada pada sebuah tapak. Dalam bab tersebut akan dijelaskan berbagai jenis vegetasi dan sifat-sifatnya. Sebagai contoh ada vegetasi yang karena bentuknya bisa berfungsi sebagai peneduh dan ada yang bisa menjadi pembatas ruang (Aini, 2019). Dalam Bab 3 juga akan dibahas cara membuat peta penyebaran berbagai jenis vegetasi yang ada di dalam suatu tapak. Tujuan memetakan vegetasi ialah untuk mengetahui bagian dari tapak yang sesuai untuk meletakkan bangunan sehingga antara bangunan dan vegetasi kemudian hari tidak saling mengganggu yang bisa mengakibatkan kerusakan pada bangunan atau sebaliknya bangunan mengganggu pertumbuhan vegetasi. Selain itu dengan peta vegetasi bisa diketahui vegetasi eksisting yang perlu dipertahankan dan diperkuat atau sebaliknya harus disingkirkan karena lahannya diperlukan untuk tempat meletakkan bangunan.

Bab 4 akan membahas tentang analisa pergerakan matahari menggunakan *Solar Chart* dan kemudian hasil analisa tersebut diubah menjadi pola bayangan matahari dari vegetasi atau bangunan. Pergerakan matahari relatif pada suatu tapak juga berguna untuk menentukan orientasi tampak bangunan sehingga bisa mendapat pola bayangan dan cahaya alami yang optimum. Pemahaman tentang pergerakan matahari penting bila kita ingin merancang tapak yang berkelanjutan karena terkait dengan usaha penghematan energi.

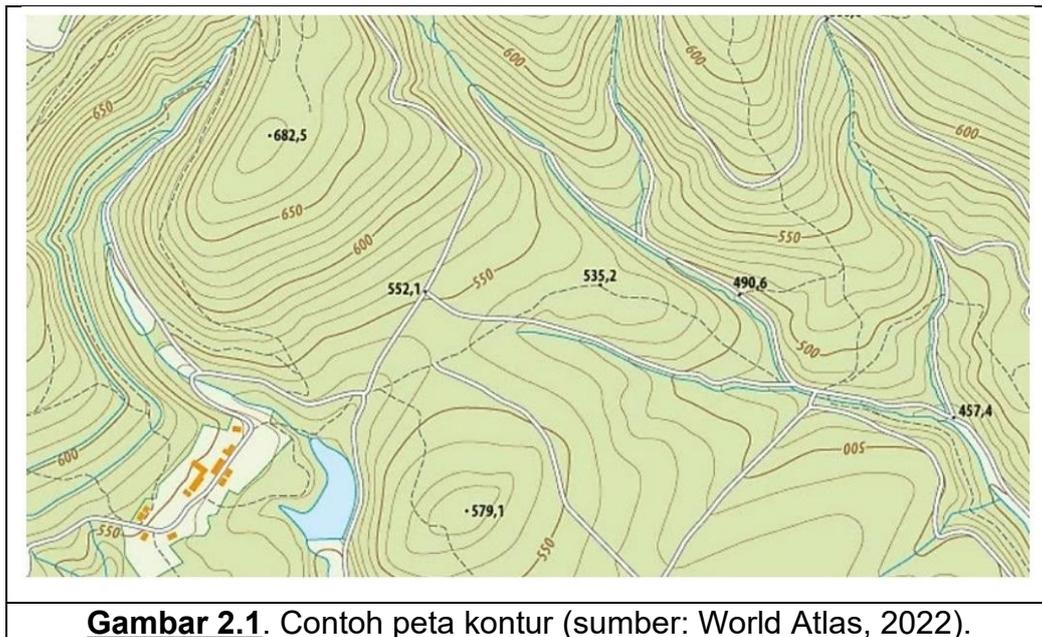
Bab 5 akan membahas koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan lahan yang berlaku sebagai aturan tata guna lahan di suatu tapak seperti Koefisien Dasar Bangunan (KDB), Koefisien Lantai Bangunan (KLB) dan koefisien-koefisien lainnya (Shimada dan Keiko, 2008). Dalam Bab 5 akan diterangkan pengertian dari koefisien-koefisien tersebut dan berbagai teknik untuk menganalisisnya menjadi suatu informasi yang berguna bagi perancangan agar rancangan tapak yang dibuat tidak melanggar koefisien-koefisien yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Dalam Bab 5 juga akan dibahas pemahaman dan besaran berbagai jarak bebas yang secara resmi mengatur intensitas pemanfaatan lahan di suatu tapak. Sekarang informasi tentang koefisien-koefisien dan jenis serta besaran jarak bebas yang mengatur pengendalian intensitas pemanfaatan lahan di kota-kota besar seperti Jakarta sudah bisa diperoleh secara *online*. Oleh karena itu dalam Bab 5 ini juga akan dijelaskan cara-cara mengakses berbagai koefisien dan jarak bebas yang resmi berlaku di suatu tapak melalui berbagai situs seperti Jakarta Satu.

Bab 6 dari buku ini akan membahas tentang komponen buatan yang mendukung kegiatan manusia di dalam dan di luar tapak. Dalam bab ini akan dibahas berbagai hierarki atau klasifikasi utilitas serta dimensi-dimensinya. Sebagai contoh dalam Bab 6 ini akan dibahas berbagai klasifikasi jalan terkait dengan garis sempadan jalan (GSJ) dan garis sempadan bangunan (GSB). Sama dengan Bab 5, dimensi-dimensi berbagai klas jalan akan menentukan jarak bebas yang ditetapkan secara resmi dalam aturan tata guna lahan. Oleh karena itu pada Bab 6 juga akan diterangkan cara untuk memperoleh berbagai informasi tentang jaringan jalan yang ada di dalam dan sekitar tapak yang bisa diakses dari situs resmi seperti Jakarta Satu. Bab 6 juga membahas analisa tentang jaringan utilitas seperti jaringan listrik dan air bersih. Jaringan utilitas memiliki hirarki atau klasifikasi tertentu. Tiap jenis jaringan mempunyai jarak bebas tertentu di mana pembangunan tidak boleh dilakukan. Agar rancangan tapak tidak melanggar berbagai jarak bebas dari jaringan utilitas tertentu di dalam dan luar tapak, jaringan utilitas berserta dengan jarak bebasnya harus dipetakan. Informasi yang menyangkut jaringan utilitas di dalam dan luar sebuah tapak di kota besar sekarang bisa diakses melalui situs seperti Jakarta Satu dan Google Maps. Oleh karena itu dalam Bab 6 juga akan dibahas cara mengakses situs-situs tersebut sehingga informasi resmi tentang jarak bebas, dan jaringan utilitas bisa diketahui dan dipetakan sebelum perancangan tapak dilakukan.

Di akhir masing-masing bab akan ada soal-soal latihan yang bisa digunakan untuk memperdalam pemahaman tentang substansi yang dibahas pada tiap bab. Selanjutnya buku ini akan ditutup dengan Bab 7.

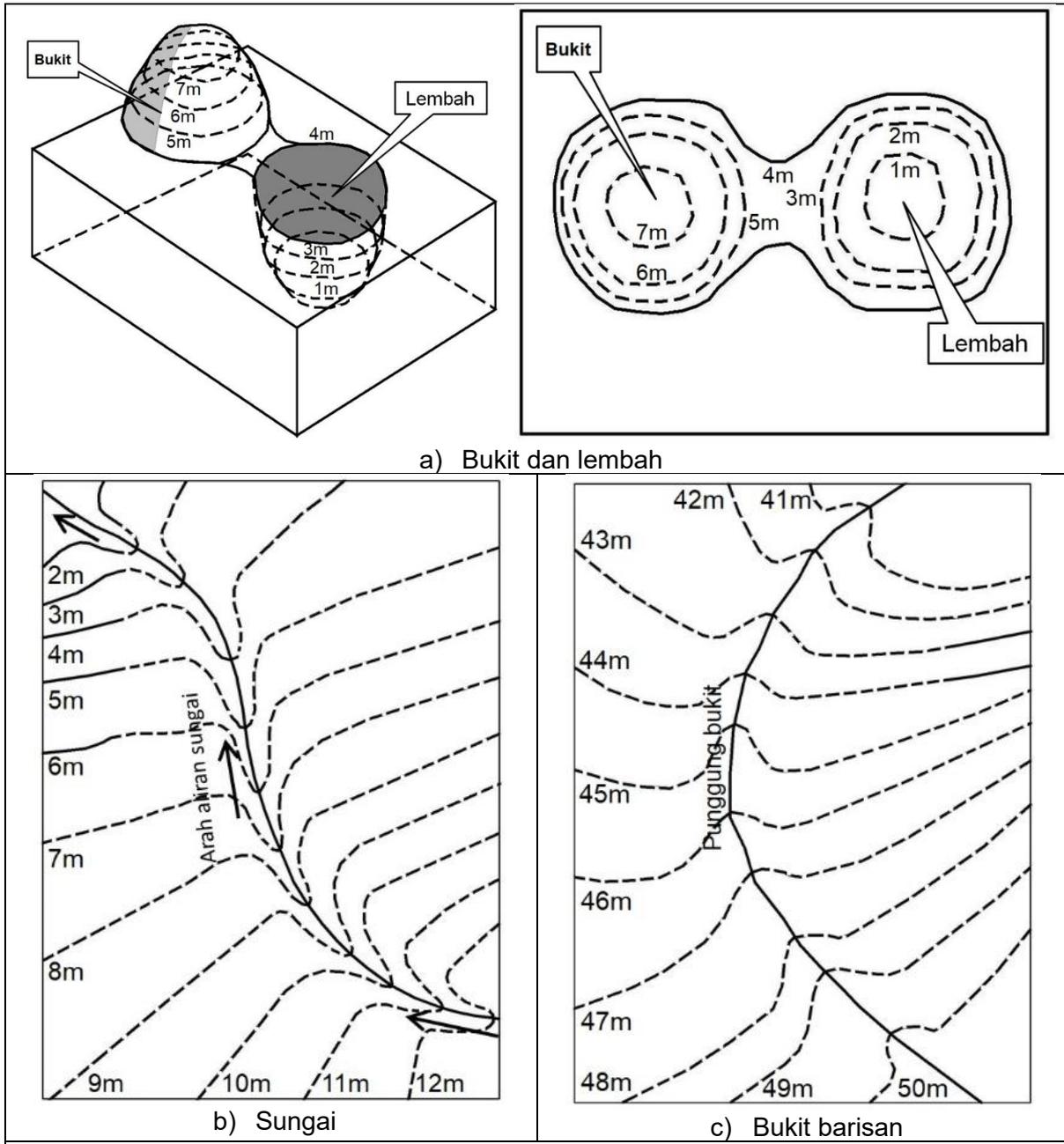
Bab. 2. ANALISA TOPOGRAFI

Topografi adalah “gambar” (graf) dari sebuah “permukaan” (topo) atau lebih jelas lagi “gambar bentuk permukaan bumi” (GISGeography, 2021) Banyak cara menggambarkan “bentuk permukaan bumi” sebagai contoh foto bentang alam, peta satelit, peta DEM (*Digital Elevation Model*), dan peta kontur. Dalam arsitektur, topografi banyak digambarkan dengan menggunakan peta kontur, atau peta garis kontur. Peta kontur terdiri atas garis-garis kontur. **Gambar 2.1** memperlihatkan contoh peta kontur.



Garis kontur adalah tempat kedudukan titik-titik dengan ketinggian yang sama yang diukur berdasarkan suatu “*datum*” tertentu (Sprecher, 2022). Dalam arsitektur, *datum* yang dipakai biasanya ialah ketinggian permukaan air laut sehingga ketinggian semua titik di permukaan air laut dianggap mempunyai ketinggian atau elevasi sama dengan 0 (nol). Tiap garis kontur mewakili suatu interval kontur tertentu. Interval kontur adalah perbedaan ketinggian antara dua garis kontur yang berdekatan. Untuk kebutuhan perancangan tapak, biasanya interval kontur sama dengan atau lebih kecil dari pada 1 meter.

Dari peta kontur paling sedikit bisa diketahui bentuk permukaan bumi seperti gunung atau bukit, lembah atau cekungan, sungai atau bukit barisan, dan permukaan yang landai atau terjal. **Gambar 2.2** memperlihatkan peta kontur dan aksonometri untuk masing-masing permukaan bumi tersebut. Gambar 2.2.a memperlihatkan gunung atau bukit beserta dengan lembah atau cekungan. Gambar 2.2.b memperlihatkan peta kontur sepanjang sungai, dan Gambar 2.2.c adalah peta kontur di sepanjang bukit barisan. Selain bentuk permukaan bumi yang alami, peta kontur juga bisa memperlihatkan bentuk permukaan bumi yang disebabkan karena buatan manusia seperti lapangan parkir atau jalan **Gambar 2.3**.

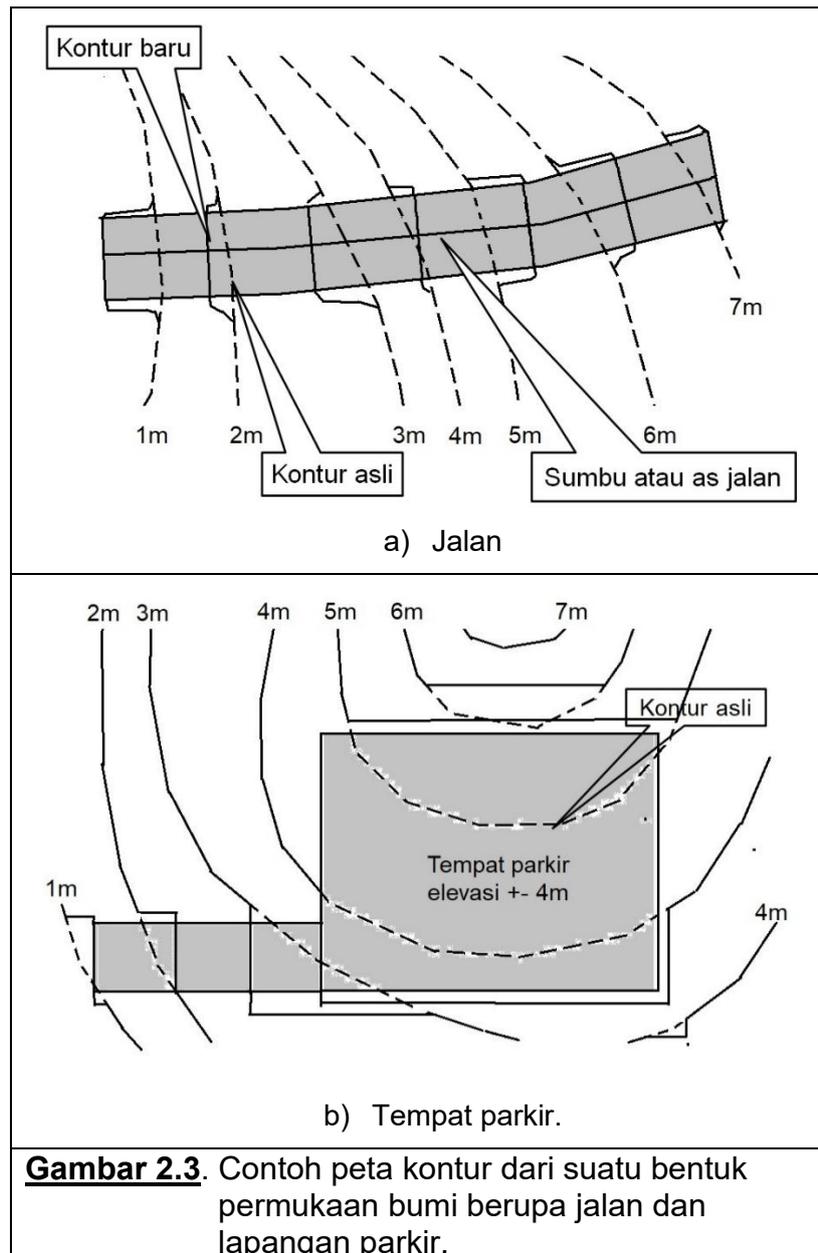


a) Bukit dan lembah

b) Sungai

c) Bukit barisan

Gambar 2.2. Contoh peta kontur dari suatu bentuk permukaan bumi.



Selain yang sudah diterangkan di atas, ada beberapa hal tentang permukaan bumi sebuah tapak. Pertama, dari peta kontur bisa diketahui tentang kemiringan permukaan lahan yang ada di sebuah tapak (Kumar, 2017). Kedua, dari peta kontur bisa diketahui pola aliran air permukaan atau *runoff* yang ada pada sebuah tapak (Pal dan Samanta, 2011). Ketiga, ialah peta *viewshed* yang ada pada sebuah tapak (Misthos et al., 2019).

2.1. Analisa Kemiringan Tapak

Dari peta kontur bisa dibuat peta kemiringan tapak. Dari peta kemiringan tapak bisa diketahui bagian-bagian tapak yang relatif terjal dengan kemiringan lebih dari 15% (De Chiara dan Koppelman, 1975; De Chiara dan Koppelman, 1978). Hal ini penting karena sesuai standar yang ada, pembangunan hendaknya tidak dilakukan

pada bagian tapak yang mempunyai kemiringan lebih dari 15%. Penjelasan berikut ini akan menerangkan cara-cara untuk membuat peta kemiringan tapak.

Sebelum membuat peta kemiringan tapak, ada baiknya dijelaskan pemahaman tentang istilah-istilah tersebut. Kemiringan tapak adalah perbandingan jarak horizontal antara dua titik di garis kontur berinterval yang berbeda dengan perbedaan interval antara kedua garis kontur tersebut (Straessle, 2017). Kemiringan tapak dan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$p = \text{int}/d \quad \text{Pers. 2.1}$$

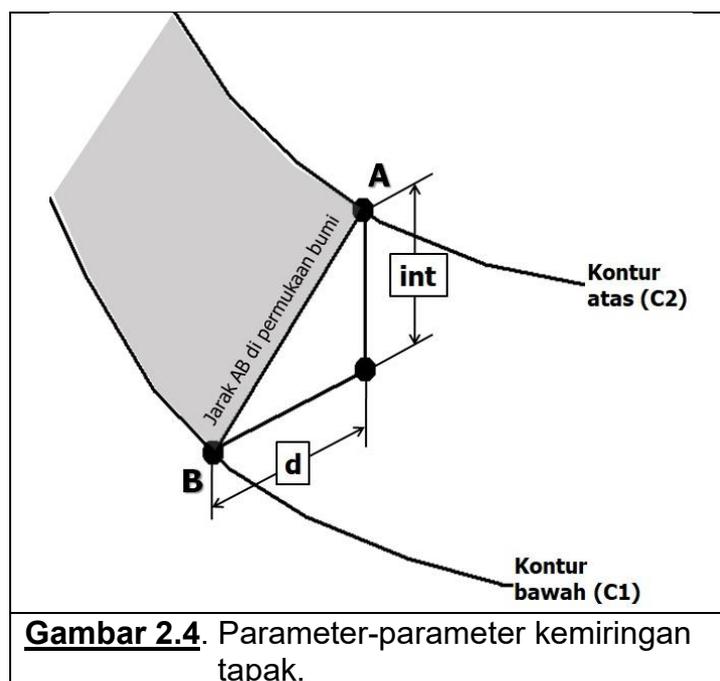
Dengan p = kemiringan, int = perbedaan interval, d = jarak horizontal antara dua titik pada garis kontur yang berbeda. **Gambar 2.4** memperlihatkan pengertian dari parameter-parameter yang ada pada Pers. 2.1.

Nilai p pada Pers. 2.1 tak bersatuan, bila kemiringan hendak diberi satuan persentase, persamaan berikut bisa digunakan untuk menghitung kemiringan tersebut.

$$ppersen = p \times 100\% \quad \text{Pers. 2.2.}$$

Ada kalanya kemiringan dihitung sebagai sudut kemiringan. Standar-standar atau aturan-aturan tertentu menggunakan sudut kemiringan. Dengan demikian satuan kemiringan adalah derajat. Untuk mengukur sudut kemiringan (p_{sudut}) dapat digunakan persamaan berikut.

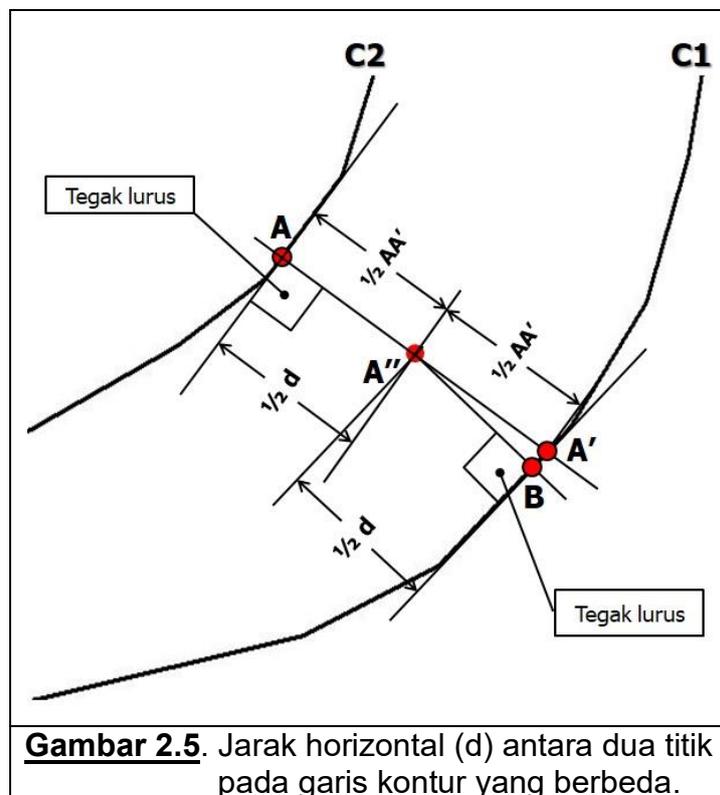
$$p_{\text{sudut}} = \arctangen(p) \quad \text{Pers. 2.3.}$$



Selanjutnya berdasarkan kedua rumus di atas dapat dibuat peta kemiringan tapak. Sesuai dengan definisi garis kontur yang telah dijelaskan di atas, walaupun kemiringan antara dua titik di dua kontur dengan perbedaan interval tertentu dapat dihitung dengan pers. 2.1, tapi lebih spesifik lagi yang dijadikan dasar bagi peta kemiringan tapak ialah kemiringan antara dua titik di dua kontur berbeda 1 interval dan memiliki jarak terdekat.

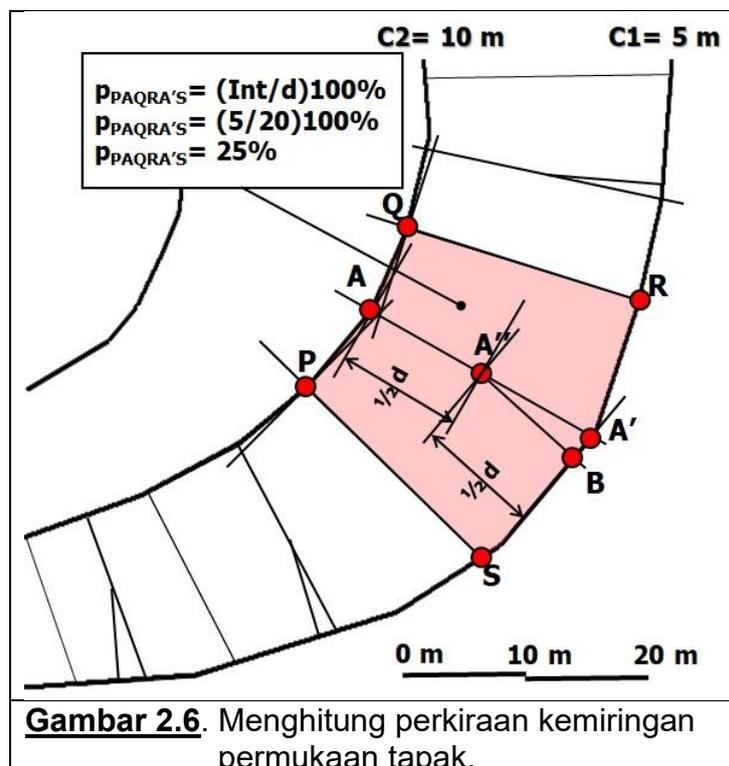
Letak Titik-1 (B) di Kontur-1 (C1) yang terdekat dengan Titik-A di Kontur-2 (C2) bisa ditentukan dengan menarik garis tegak lurus dengan C2 dari A hingga memotong C1. Titik perpotongan itulah titik B. Dapat dilihat bahwa B adalah titik di C1 yang terdekat dengan A di C2. Selanjutnya d adalah jarak horizontal A ke B. Int= interval peta kontur. Untuk menentukan titik terdekat di C1 dari titik A (di C2) dapat dilakukan langkah-langkah berikut (lihat **Gambar 2.5**):

1. Tentukan titik A di C2. Dalam hal ini elevasi garis kontur C2 dianggap lebih tinggi daripada garis kontur C1.
2. Buat dari titik A garis tegak lurus ke garis kontur C2 (garis AA').
3. Dari titik tengah AA' (A'') buat garis tegak lurus ke garis kontur C1. Perpotongan antara garis-garis tersebut (B) adalah titik yang terdekat dari A di garis kontur C2 ke garis kontur C1.
4. Jarak horizontal AB (d, lihat pers. 2.1. di atas) adalah panjang garis AA''B. Jarak horizontal AB adalah d yang kemudian dimasukkan ke pers. 2.1 untuk mendapatkan kemiringan antara titik A dengan titik B.



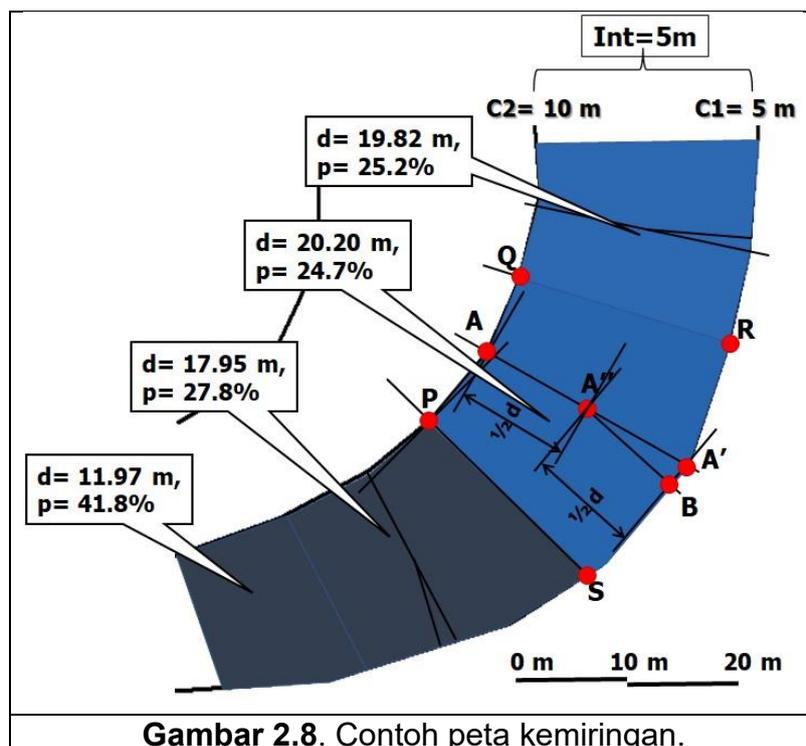
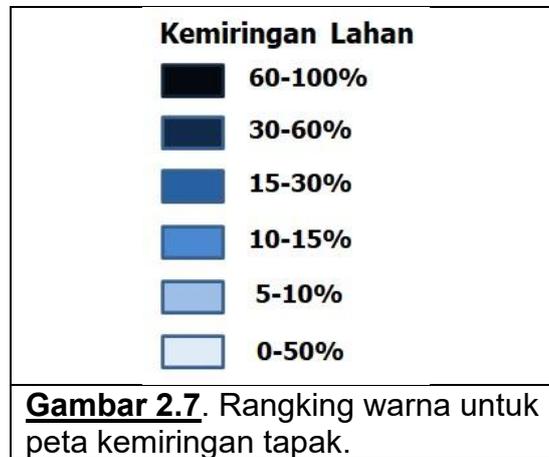
Berdasarkan prinsip-prinsip yang telah diterangkan di atas, langkah-langkah berikut dapat digunakan untuk membuat peta kemiringan tapak:

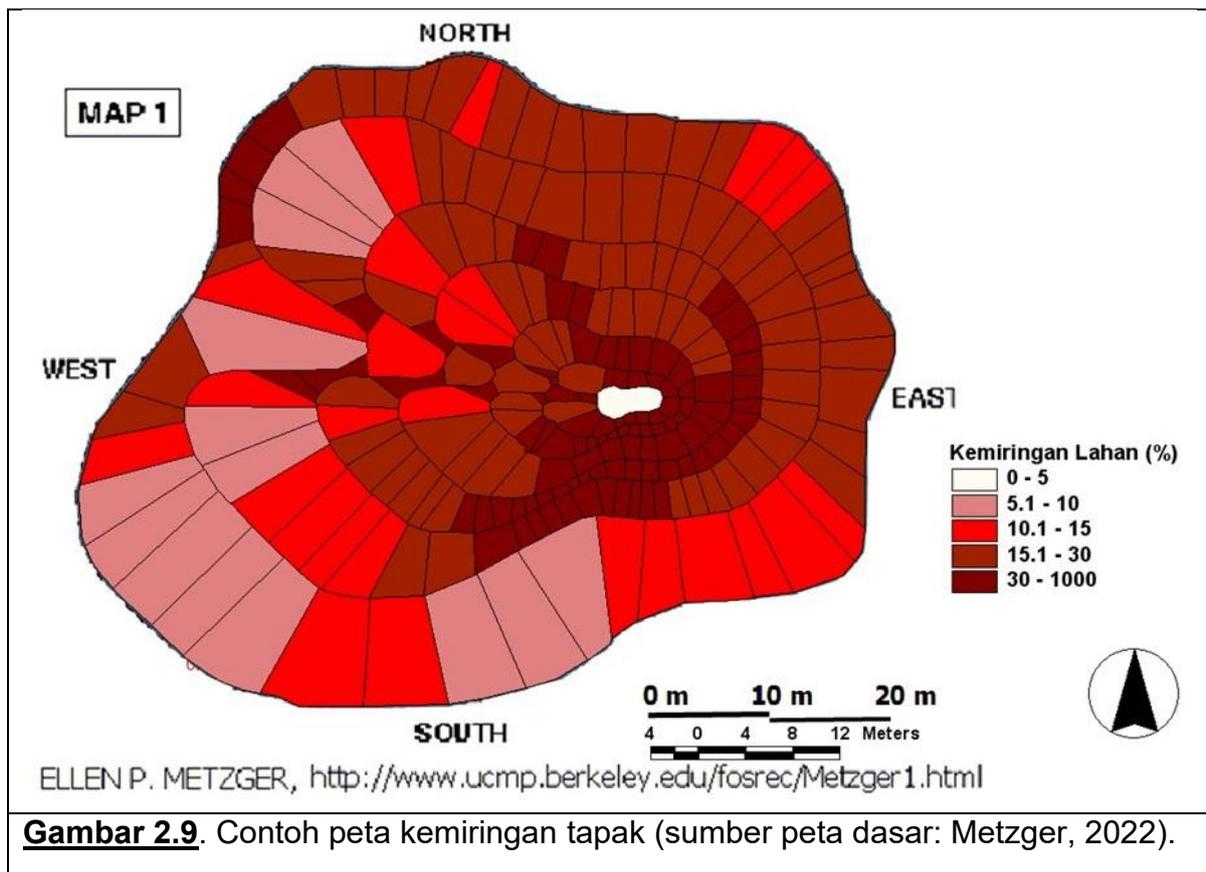
1. Perhatikan apakah peta kontur sudah mempunyai skala yg jelas. Semua peta dalam perencanaan dan perancangan tapak harus mempunyai skala yang jelas. Skala pada sebuah peta bisa berupa angka (1:100, yang berarti tiap 1 centimeter di peta, kenyataannya adalah 100 cm), tapi juga bisa berupa skala garis. Agar bisa mengikuti pembesaran atau pengecilan peta, walau tak serinci skala angka, dianjurkan untuk menggunakan skala garis. Skala peta dibutuhkan untuk menghitung jarak horizontal (d).
2. Bagi bidang yang diapit oleh dua garis kontur yang bertetangga/berdekatan menjadi bidang-bidang kecil, Pada **Gambar 2.6** contoh bidang tersebut adalah bidang PQRS. Sisi PS dan QR dari bidang PQRS hendaknya dibuat setegak lurus mungkin dengan kedua garis kontur pembatas bidang tersebut.
3. Tentukan titik tengah dari garis batas atas (pada garis kontur C2, PQ) bidang kecil. Pada Gambar 2.6. titik tersebut adalah titik A. Dengan demikian PA=QA.
4. Dengan cara yang telah diterangkan di atas, cari titik terdekat A di garis kontur C1 (titik B).
5. Ukur d= panjang garis AA''B. Dalam menghitung d, jangan lupa mengalikan hasil pengukuran di peta dengan koefisien skala.
6. Setelah d diketahui, selanjutnya hitung p menggunakan pers. 2.1, pers. 2.2 atau pers. 2.3 di atas.



Setelah semua bidang tapak di bagi menjadi bidang-bidang kecil seperti bidang PQRS, selanjutnya tiap bidang kecil diranking sesuai dengan nilai kemiringan (p) yang telah dihitung bagi masing-masing bidang kecil. Kemudian buat ranking warna mulai dari kemiringan 0 % hingga kemiringan 100%. Beri warna yang sesuai dengan ranking

kemiringan masing-masing bidang kecil. Sebagai contoh rangking warna itu bisa dilihat pada **Gambar 2.7**. Hasil dari proses di atas bisa dilihat sebuah contoh dari peta kemiringan tapak. **Gambar 2.8**. memperlihatkan peta kemiringan tapak yang lengkap. **Gambar 2.9** adalah contoh peta kemiringan tapak untuk suatu peta kontur tertentu.





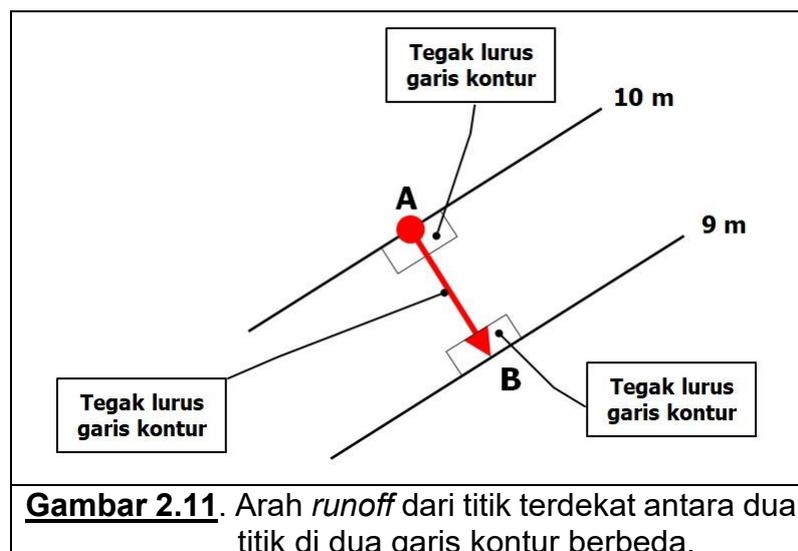
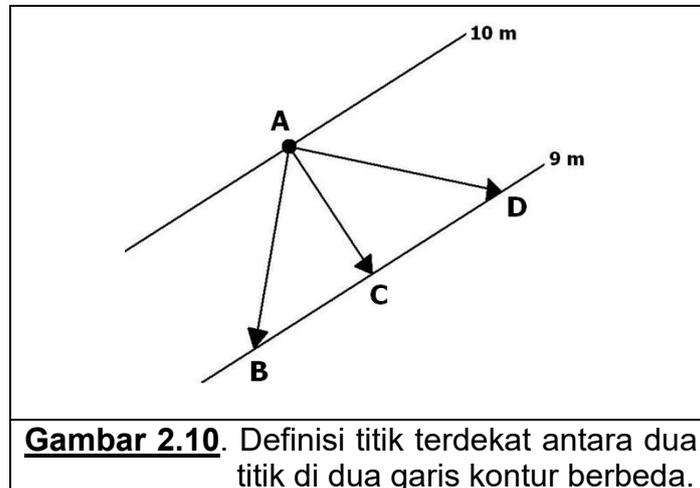
2.2. Analisa Aliran Air Permukaan (*Runoff*)

Bila setitik air jatuh ke permukaan tapak, ke mana titik air itu akan mengalir? Arah aliran titik air itu bisa digambarkan dalam bentuk vektor yang berawal dari titik di mana titik air itu jatuh ke permukaan tapak. Vektor yang memperlihatkan arah air bergerak di permukaan tapak disebut vektor *runoff* (Wade, 2020). Peta aliran air permukaan terdiri atas vektor-vektor *runoff* yang digambarkan dari titik-titik yang ada pada sebuah garis kontur. Tentu saja jumlah titik di sebuah garis berjumlah tak terhingga. Untuk menggambarkan peta *runoff* dipilih sejumlah titik tertentu dari sebuah garis kontur. Biasanya garis kontur dibagi menjadi titik-titik dengan jarak yang seragam. Makin kecil jarak antar titik-titik tersebut, makin akurat peta *runoff* yang di buat.

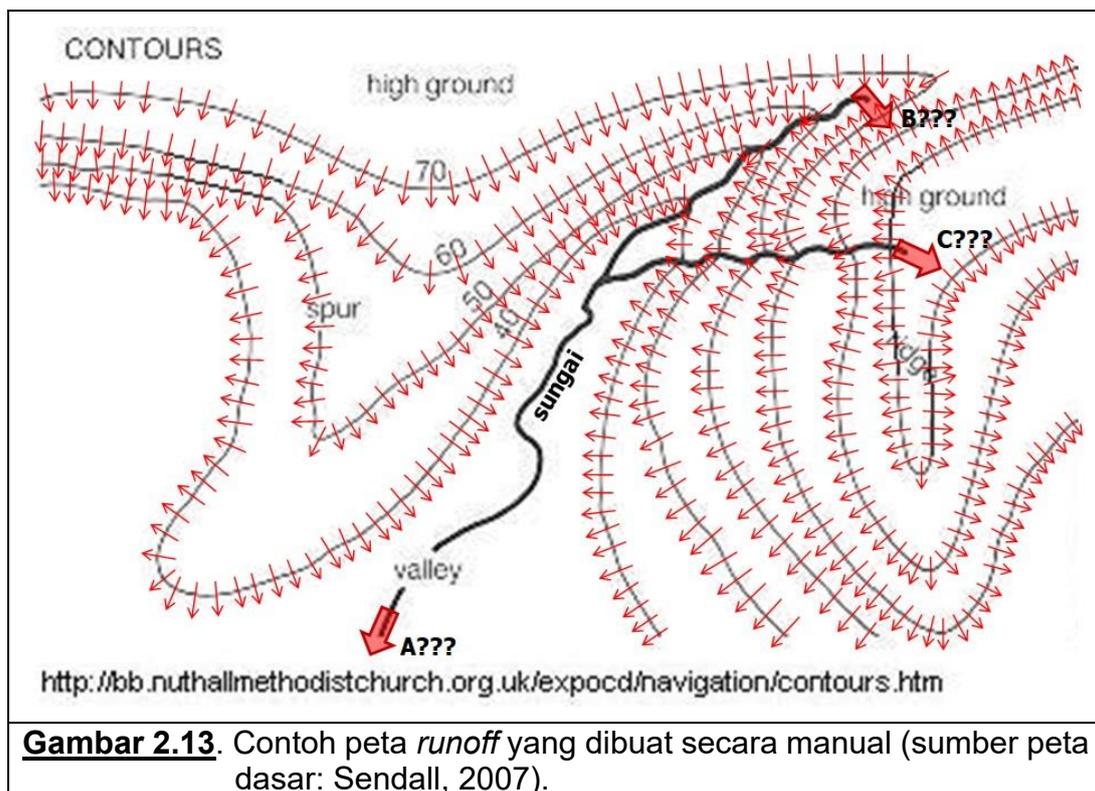
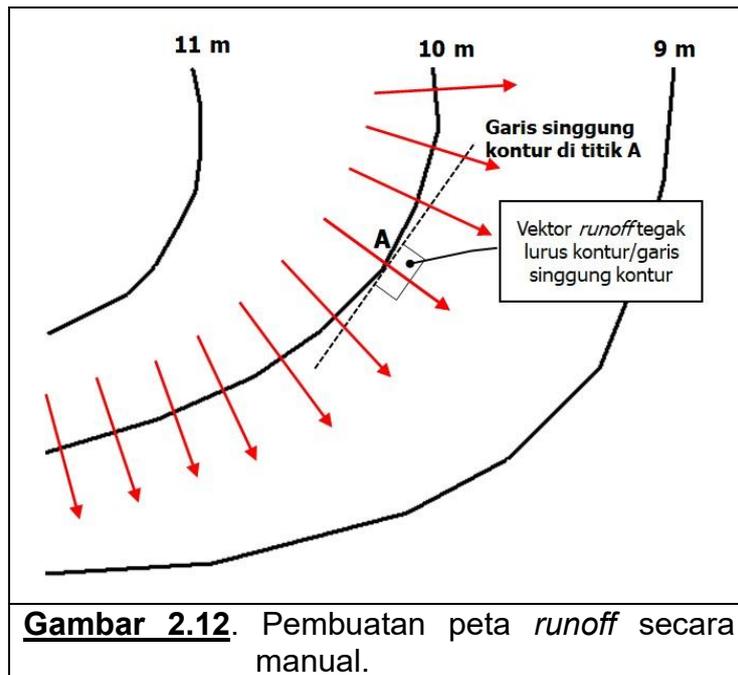
Sebuah vektor *runoff* bisa dibuat pada setiap titik pada garis kontur ke arah garis kontur terdekat yang lebih lebih rendah berdasarkan prinsip-prinsip berikut:

1. Air selalu mengalir dari titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah dan terdekat (Drucker dan Williams, 2003). Sebagai contoh pada **Gambar 2.10** air dari titik A pada garis kontur 10 meter mengalir ke titik C di kontur 9 meter karena walaupun titik B dan D di kontur 9 meter yang lebih rendah daripada titik A di garis kontur 10 meter, tapi titik C punya jarak yang terdekat dengan titik A dari pada titik B atau D. Secara mendasar, titik terdekat dari sebuah titik di suatu garis kontur selalu berada pada garis tegak lurus garis kontur tersebut. Dengan demikian sebuah vektor *runoff* harus selalu tegak lurus garis-garis kontur yang di lewati aliran air (lihat **Gambar 2.11**).

- Kecepatan aliran berbanding terbalik dengan jarak horizontal (d) antara kedua titik tersebut. Makin terjal kemiringan tapak, makin deras air mengalir pada permukaan tersebut.
- Vektor *runoff* adalah vektor yang menunjukkan arah dan kecepatan aliran air dari suatu titik ke titik lain yang lebih rendah.



Dengan memanfaatkan *software* Geographic Information System (GIS) tertentu, proses pembuatan peta *runoff* berdasarkan prinsip-prinsip di atas dapat dilakukan dengan mudah. Tapi demi kepraktisan, biasanya perancang menggambarkan vector-vector *runoff* secara manual. Secara kualitatif untuk kepentingan praktis arsitektur, kita hanya perlu membuat panah-panah kecil setegak lurus mungkin dengan garis kontur sebagai wakil dari vektor *runoff* seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2.12**. Semakin rapat vektor-vektor *runoff* dibuat, semakin jelas terlihat pola aliran air permukaan tapak. **Gambar 2.13** memperlihatkan peta *runoff* yang dibuat dengan cara di atas.

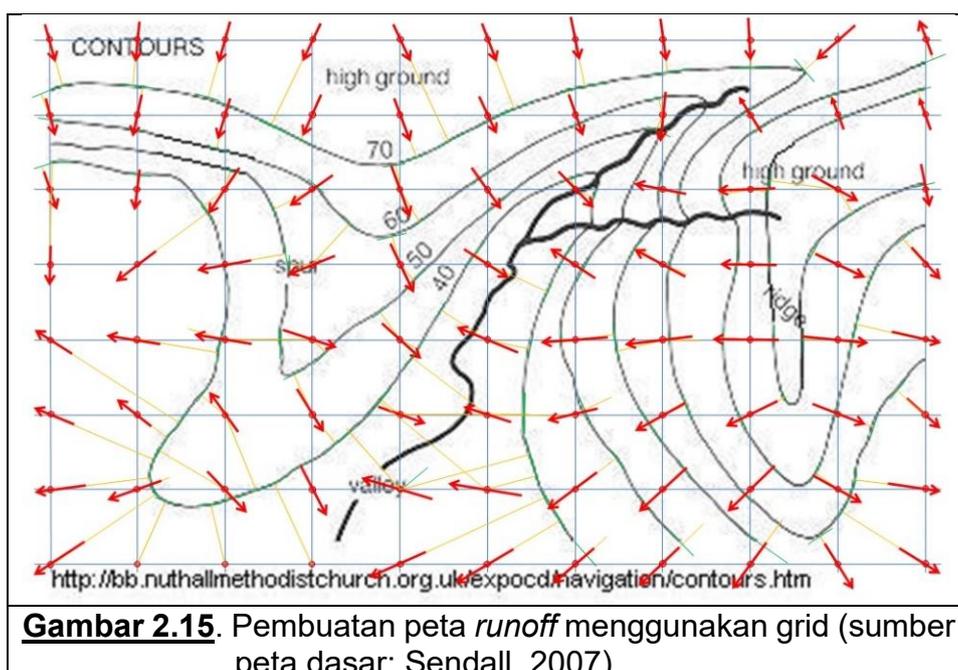
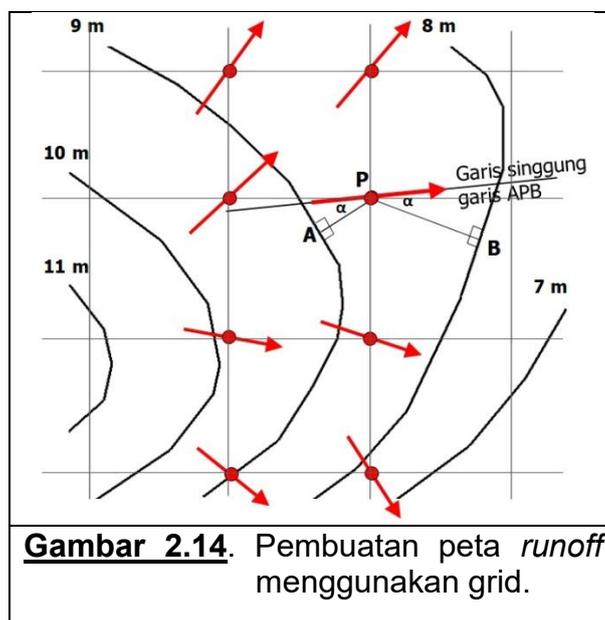


Peta *runoff* bisa dibuat berdasarkan suatu sistim grid. Cara ini lebih mudah untuk dilakukan secara sistimatis dengan menggunakan aplikasi komputer. Untuk membuat peta *runoff* menggunakan titik grid bisa dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Bagi peta menjadi suatu sistim grid. Makin kecil unit grid dari sistim tersebut, makin terlihat pola *runoff*-nya. Tapi tentu saja jumlah grid yang harus diproses bisa menjadi sangat besar sehingga sulit untuk dilakukan secara manual.

Walaupun demikian menggunakan aplikasi komputer membuat peta *runoff* berdasarkan sistim grid lebih mudah untuk dilakukan.

2. Untuk tiap titik grid (misalnya titik P) buat garis tegak lurus ke kedua garis kontur terdekat yg mempunyai perbedaan satu interval, sehingga terbentuk garis APB (lihat **Gambar 2.14**). Garis APB mirip dengan garis AA''B pada Gambar 2.6 di atas.
3. Selanjutnya, buat garis singgung melalui titik P (garis APB). Garis singgung di titik P harus selalu membentuk sudut yang sama antara AP dan AB.
4. Kemudian buat panah kecil sebagai vektor *runoff* di P.
5. Lakukan langkah-langkah di atas pada semua titik grid dan akan diperoleh peta *runoff* seperti contoh peta *runoff* yang bisa dilihat pada di **Gambar 2.15**.



2.3. Analisa Pemandangan (*Viewshed*)

Pemandangan ke suatu objek dari atau ke luar tapak adalah salah satu aspek penting dari analisa topografi. Hal ini disebabkan karena bentuk permukaan bumi tertentu seperti lembah atau bukit bisa menghalangi pandangan ke arah suatu objek yang dianggap penting oleh arsitek (Jakab dan Petluš, 2013). Oleh karena itu analisa pemandangan sangat perlu dilakukan sebelum perancangan tapak dilakukan. Salah satu teknik analisa tapak yang umum dilakukan oleh arsitek ialah analisa *viewshed*. Berikut ini akan diterangkan prinsip-prinsip serta langkah-langkah analisa *viewshed*.

Hasil dari analisa *viewshed* adalah peta *viewshed*. Peta ini memperlihatkan titik-titik yang bisa dilihat atau tidak bisa dilihat dari suatu titik pandang tertentu. Banyak objek dipermukaan bumi yang bisa menghalang pandangan ke arah suatu titik atau objek. Penghalang pandangan bisa berupa permukaan bumi (gunung, lembah), bangunan, vegetasi dan objek fisik lainnya yang ada dipermukaan bumi. Untuk mempermudah pemahaman, dalam bab ini hanya akan membahas *viewshed* yang disebabkan oleh topografi.

Viewshed pada dasarnya adalah suatu daerah atau kawasan yang bisa dilihat dari titik pandang (TP) tertentu (Lee, 1994). Dasar pembuatan peta *viewshed* adalah kenyataan bahwa dua titik (titik pandang TP dan titik yang dipandang atau TG, lihat **Gambar 2.16**) bisa saling melihat (*visible*) bila tidak ada titik atau objek lain yang menghalangi atau memotong garis pandang yang menghubungkan kedua titik tersebut (Magalhães et al., 2007). Berdasarkan prinsip tersebut, untuk mengetahui apakah sebuah TG bisa dilihat dari sebuah TP, bisa dilakukan langkah-langkah berikut:

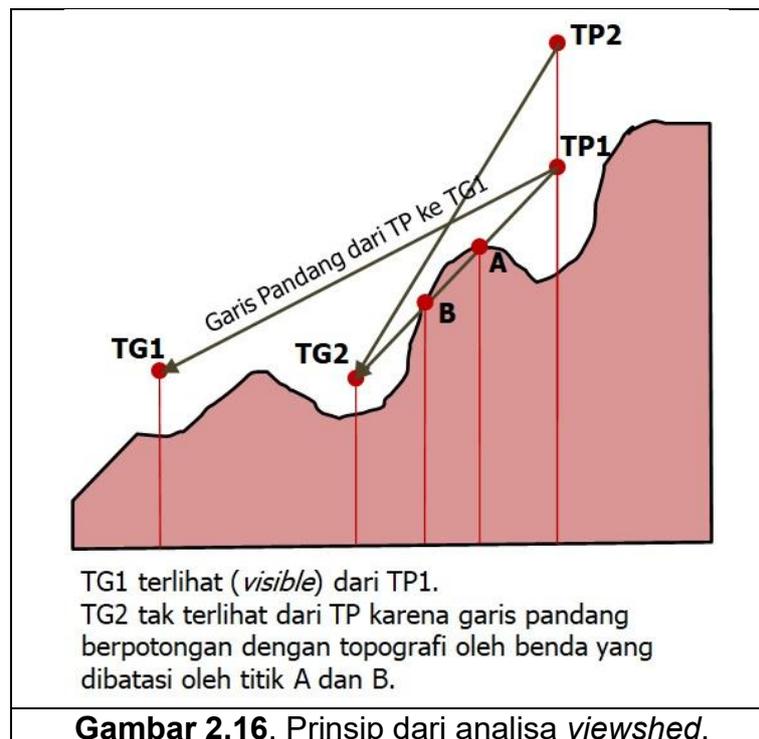
1. Tentukan letak atau koordinat titik pandang (TP) di peta. Kemudian tentukan elevasi TP.
2. Untuk menentukan apakah suatu titik (misalnya titik grid= TG) dalam peta yang bisa dilihat dari TP, tarik garis lurus (garis pandang) dari TP ke titik tersebut (TG).
3. Tentukan titik-titik potong antara garis pandang dengan garis-garis kontur.
4. Buat profil potongan tapak sepanjang garis pandang tersebut. Bila tidak ada topografi yang memotong garis pandang tersebut, bisa disimpulkan bahwa TP dan TG bisa saling melihat.

Dalam contoh yang ada pada Gambar 2.16, titik TG1 bisa dilihat atau melihat titik TP1. Karena terhalang oleh topografi di titik A, titik TG2 tak bisa dilihat atau melihat titik TP1. Tapi bila elevasi titik TP1 dinaikkan menjadi titik TP2, maka titik TG2 bisa dilihat dari titik TP2 (titik TP1 yang ditinggikan).

Untuk membuat peta *viewshed*, titik-titik yang dipandang (TG) tersebar di tapak sebagai titik-titik grid. Dengan melaksanakan langkah-langkah di atas visibilitas titik-titik grid (TG) bisa diketahui dan dipetakan menjadi peta *viewshed*. Titik pandang (TP dalam sebuah peta *viewshed* bisa lebih dari satu. Jadi bisa saja sebuah titik TG tak bisa melihat atau dilihat dari titik TP tertentu, tapi terlihat dan dapat melihat titik TP lainnya. Dengan demikian sebuah titik pandang TG bisa saja dilihat atau melihat beberapa titik pandang (TP). Visibilitas sebuah titik TG bisa didefinisikan sebagai jumlah titik TP yang bisa dilihat atau melihat titik TG tersebut. Makin banyak titik TP

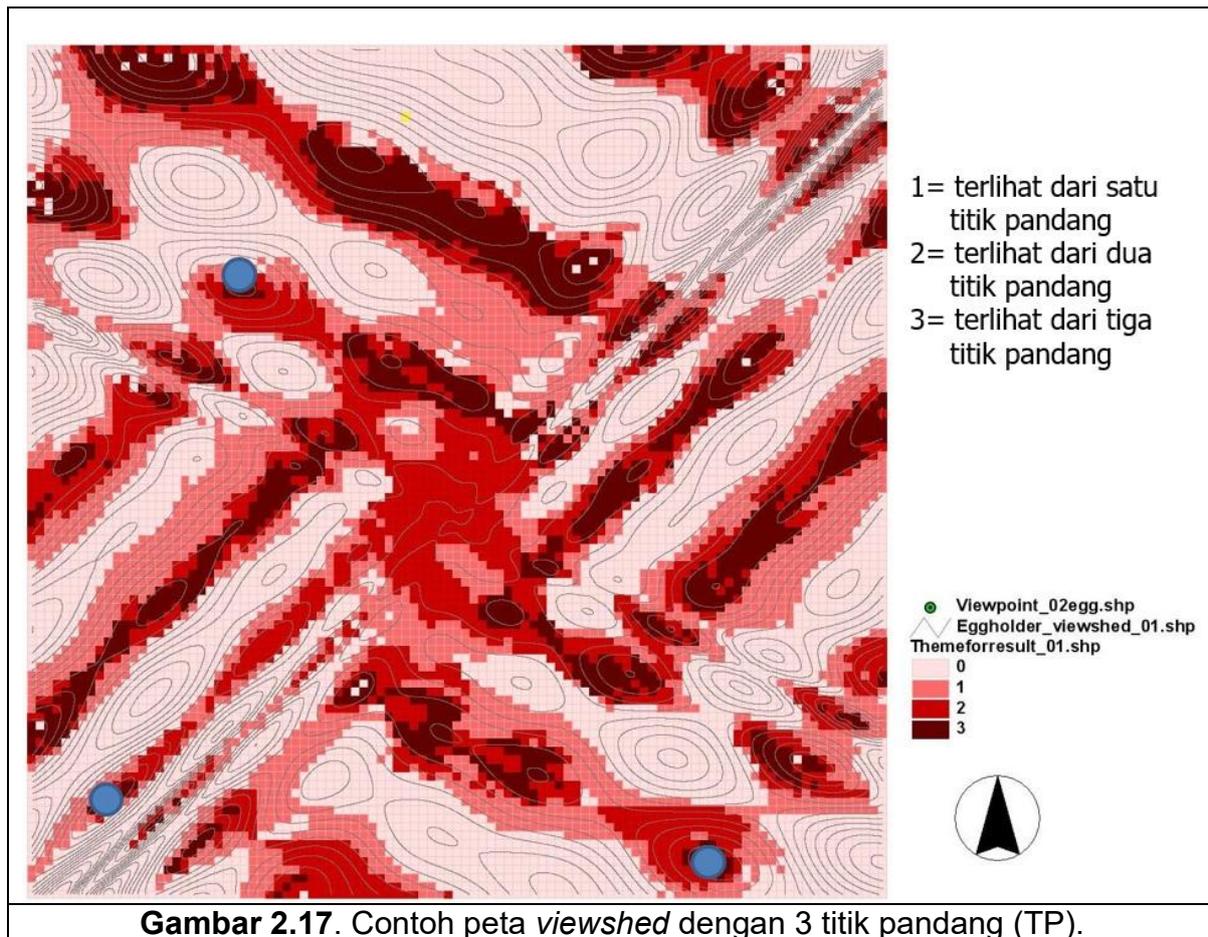
yang bisa melihat dan dilihat dari sebuah titik TG, makin tinggi visibilitas titik TG. Selanjutnya visibilitas titik TG bisa dipetakan berdasarkan jumlah titik-titik pandang yang bisa melihat titik tersebut. **Gambar 2.17** memperlihatkan peta *viewshed* titik-titik grid (TG) dari 3 titik pandang (TP).

Teknik membuat peta *viewshed* yang berdasarkan grid mudah diotomatiskan dengan membuat aplikasi komputer. Makin besar jumlah grid, atau makin kecil dimensi grid, makin akurat peta *viewshed* yang dihasilkan. Tapi karena besarnya perhitungan, pembuatan peta *viewshed* tidak mungkin dilakukan secara manual. Tapi kalau hanya satu atau dua titik pandang dan titik yang dipandang saja, dengan langkah-langkah yang telah diterangkan di atas, visibilitas titik pandang tersebut bisa dihitung secara manual.



2.4. Analisa Urug dan Gali (*Cut and Fill*)

Pembangunan di sebuah tapak selalu menyebabkan terjadinya perubahan terhadap bentuk permukaan bumi atau topografi (Donnellan et al., 2021). Sebagai contoh bila kita meletakkan suatu bangunan pada suatu tapak, permukaan tapak tersebut yang harus diratakan. Hal yang sama bila pada tapak dibuat jalan dengan kemiringannya yang seseragam mungkin. Dengan demikian perencanaan tapak juga harus memperhatikan kemungkinan akan adanya perubahan bentuk permukaan tapak. Hendaknya dalam perencanaan tapak sedikit mungkin dilakukan galian (*cut*) dan urugan (*fill*). Kalaupun ada galian dan urugan (*cut and fill*), hendaknya diupayakan untuk bisa diperoleh volume *cut and fill* yang seimbang (Göktepe, dan Lav, 2003) .



Gambar 2.17. Contoh peta *viewshed* dengan 3 titik pandang (TP).

Semua perubahan terhadap topografi dari sebuah tapak dapat dikategorikan menjadi galian (*cut*) atau urugan (*fill*). Galian (*cut*) adalah kegiatan mengambil tanah dari suatu tempat seperti menggali lobang dan mengikis permukaan tapak (Boulder County, 2006). Urugan (*fill*) adalah kegiatan menambah tanah ke suatu permukaan seperti menguruk lobang atau pinggiran bukit di suatu tapak (Boulder County, 2006). Secara teknis definisi topografis urugan dan galian (*cut* dan *fill*) adalah sebagai berikut:

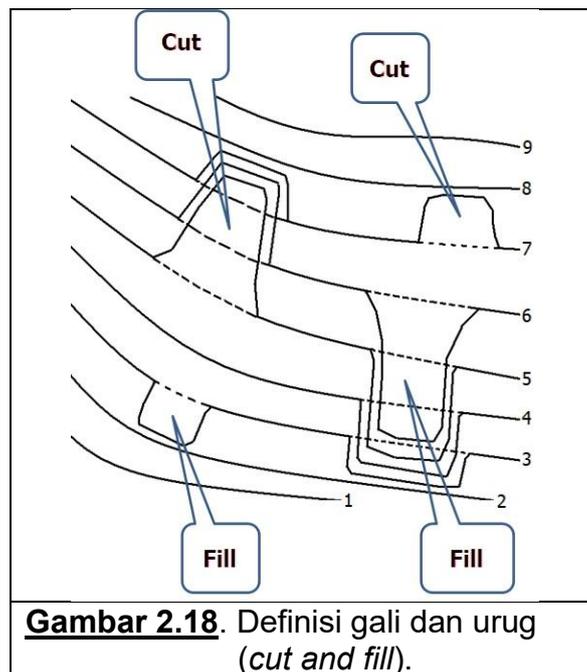
1. Gali atau *cut* terjadi bila sebuah garis kontur digeser mendekati ke garis kontur dengan interval kontur yang lebih tinggi.
2. Urugan atau *fill* terjadi bila sebuah garis kontur digeser mendekati ke garis kontur lain dengan interval yang lebih rendah.

Gambar 2.18 menerangkan definisi teknis *cut and fill* tersebut. Sebagai contoh pada bagian atas kanan Gambar 2.18, garis kontur elevasi 7 dari posisi awalnya (garis putus-putus) digeser ke atas mendekati garis kontur yang lebih tinggi, yaitu garis kontur 8. Dengan demikian di bagian kanan atas tapak telah terjadi proses galian atau *cut*. Sebaliknya di bagian kiri bawah peta pada Gambar 2.18, garis kontur elevasi 3 digeser mendekati garis kontur elevasi 2 yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa di bagian kiri bawah tapak telah terjadi proses urugan atau *fill*.

Jadi semua perubahan yang terjadi pada bentuk permukaan bumi, baik galian atau urugan, akan merubah bentuk garis kontur tertentu. Berikutnya akan dijelaskan

bagaimana perletakan komponen buatan seperti bangunan, jalan, tangga dapat merubah garis-garis kontur.

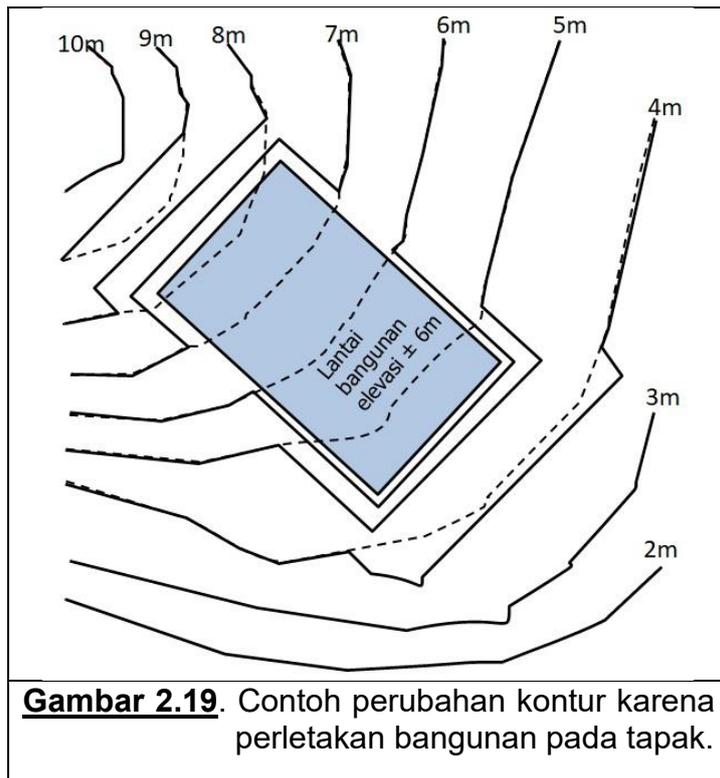
Perletakan sebuah bangunan tentu saja merubah bentuk permukaan bumi (Donnellan, et al., 2021). Hal ini disebabkan karena pada prinsipnya lantai bangunan harus datar, tidak boleh miring. Bila diperlukan boleh saja lantai dibagi menjadi bidang-bidang datar dengan elevasi yg berbeda. Oleh karena itu, pembangunan bangunan apapun, mau tidak mau akan merubah garis kontur yang ada pada tapak. Perubahan topografi, tentu akan merubah garis-garis kontur tertentu pada peta kontur tapak di mana bangunan akan dibangun. Oleh karena itu, untuk meletakkan bangunan pada tapak, pertama harus ditentukan dulu elevasi lantai. Selanjutnya kontur disesuaikan dengan elevasi tersebut.



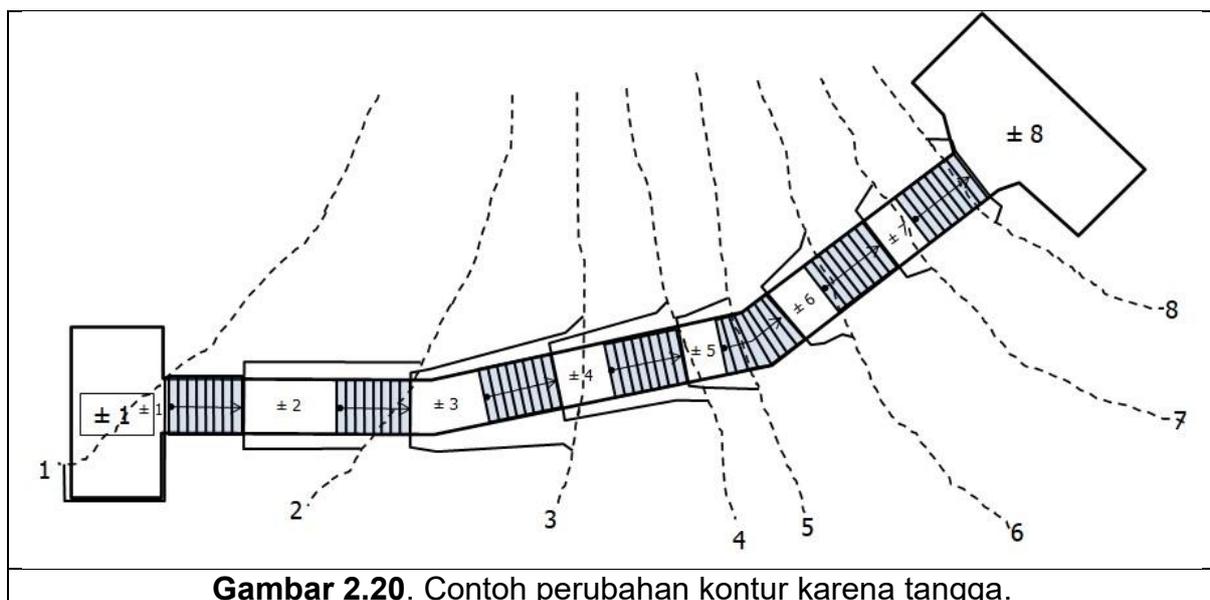
Gambar 2.18. Definisi gali dan urug (*cut and fill*).

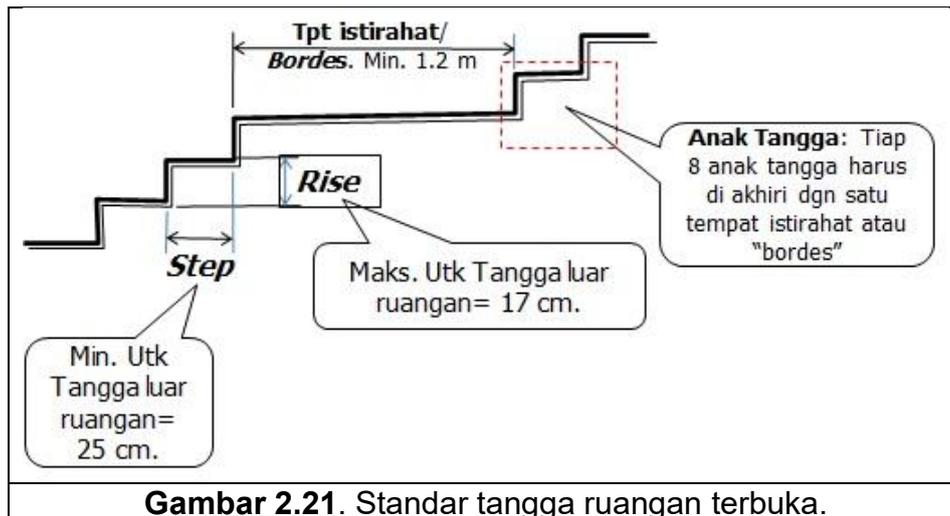
Sebagai contoh, pada **Gambar 2.19**, garis-garis kontur yang asli (garis putus-putus) harus digeser ke luar bangunan agar lantai bangunan tidak miring. Pada contoh tersebut elevasi lantai ditentukan 6 meter. Oleh karena itu semua garis kontur yang bukan 6 meter harus digeser dari denah lantai. Sebagai contoh kontur 5 meter yang aslinya (garis putus-putus) melewati lantai harus digeser ke kanan bawah mendekati garis kontur 4 meter. Agar kemiringan di bagian tersebut tidak terlalu terjal garis kontur 4 juga harus digeser mendekati garis kontur 3. Sesuai definisi teknis gali dan urug, di bagian tapak di kanan bawah peta telah terjadi proses urug (*fill*).

Sama dengan bagian tapak di bagian kanan bawah peta, garis-garis kontur bagian tapak di bagian atas kiri peta juga mengalami perubahan. Agar lantai berelevasi 6 meter, garis kontur 7 meter, dan 8 meter yang aslinya melalui lantai bangunan harus digeser ke luar bangunan, ke kiri atas peta mendekati garis kontur 9 meter dan 10 meter. Untuk menjaga agar kemiringan di bagian kiri atas peta tak terlalu terjal, garis kontur 9 meter dan 10 meter juga harus digeser menjauh dari bangunan. Sesuai dengan definisi urug dan gali yang telah diterangkan di atas, dalam hal ini, tapak di bagian kiri atas peta telah mengalami proses gali (*cut*).



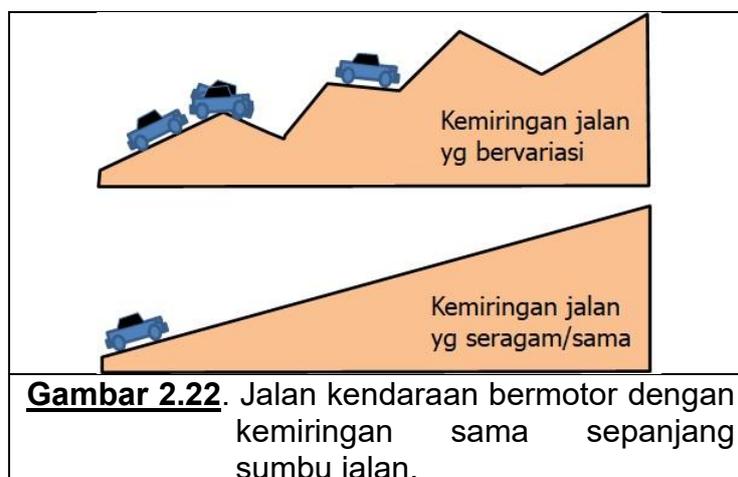
Perletakan tangga-tangga luar pada tapak juga akan merubah peta kontur. Pada **Gambar 2.20** bisa dilihat bagaimana serangkaian tangga, karena standar desain tertentu bisa merubah peta kontur. Untuk membuat tangga, pertama harus diketahui dulu standar besaran “*rise*” dan “*step*” serta dimensi tempat istirahat atau *bordes*-nya. Berdasarkan standar yang ada (De Chiara, dan Koppelman, 1975; De Chiara, dan Koppelman, 1978), paling sedikit tiap 8 anak tangga (perubahan tingi sekitar 1 m) diperlukan 1 *bordes* dengan lebar minimum 1.2 meter. Jadi bila ada desain tangga dalam tapak, maka garis kontur yang ada harus diubah sehingga memenuhi standar tersebut (lihat **Gambar 2.21**).

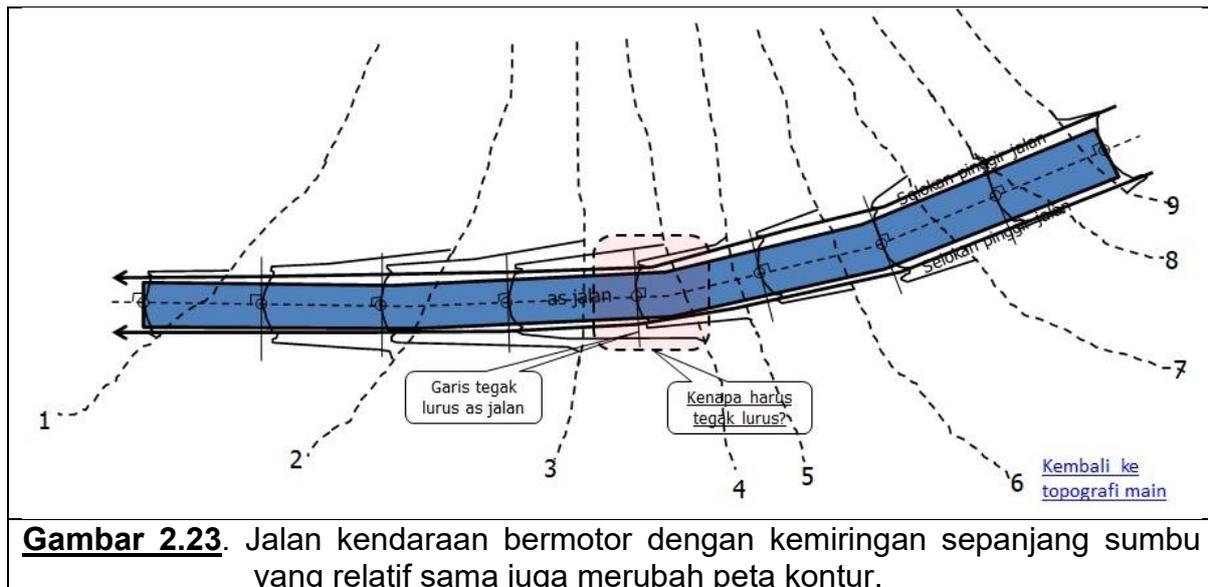




Membangun jalan kendaraan bermotor pada tapak, juga akan merubah peta kontur. Hal ini disebabkan karena jalan mempunyai standar rancangan juga. Salah satu standar yang umum berlaku menyatakan (Vandanjon et al., 2019) sebuah jalan kendaraan bermotor sedapat mungkin mempunyai kemiringan sepanjang sumbu jalan yang relatif sama (**Gambar 2.22**). Oleh karena itu, sebelum mengubah garis-garis kontur, ruas jalan tersebut harus dibagi rata. Selanjutnya garis kontur digeser mendekati titik-bagi tersebut. **Gambar 2.23** memperlihatkan proses tersebut.

Semua proses *cut and fill* serba sedikit akan mengganggu keseimbangan lingkungan. Bila dalam rancangan tapak volume tanah galian lebih besar daripada tanah yang dibutuhkan untuk mengurug, maka sisa galian yang tak terpakai harus dibawa ke luar tapak. Pengangkutan tanah galian yang berlebih ke luar tapak, selain membutuhkan biaya, juga akan mengganggu lingkungan tempat tanah galian itu akan dibawa. Dalam perjalanan ke luar tapak, tanah galian tersebut juga berpotensi untuk mengganggu lingkungan. Sebaliknya bila tanah hasil galian tidak cukup untuk menutup bagian tapak yang hendak diurug, maka perlu membawa hasil galian dari tempat lain ke dalam tapak. Dampak negatif pada lingkungan dari mengimport tanah galian ke dalam tapak hampir sama dengan mengeksport hasil galian ke tempat lain.





Gambar 2.23. Jalan kendaraan bermotor dengan kemiringan sepanjang sumbu yang relatif sama juga merubah peta kontur.

Untuk menjaga agar aspek alam di dalam tapak tak menimbulkan hal-hal negatif terhadap alam, rancangan *cut and fill* harus seimbang. Pada rancangan tapak yang baik, volume galian harus sama dengan volume tanah yang diperlukan untuk urugan. Rancangan *cut* dan *fill* yang seimbang akan dibahas dalam buku jilid 3.

2.5. Penutup

Topografi adalah bagian penting dari sebuah tapak. Dalam sebuah tapak variasi bentuk permukaan bumi yang digambarkan oleh topografi bisa merupakan masalah, tapi bisa juga dianggap sebagai potensi bagi arsitek dalam merancang tapak. Oleh karena itu arsitek harus memahami topografi tapak agar bisa menyelesaikan permasalahan tapak yang ada, sekaligus memanfaatkan potensi yang ada. Dalam bab ini telah diterangkan beberapa hal tentang topografi antara lain kemiringan, pola *runoff*, *viewshed*, dan dampak *cut and fill* terhadap topografi sebuah tapak.

Dari peta kemiringan, arsitek bisa mengetahui bagian dari tapak yang menurut standar bisa dibangun dan bagian lainnya yang harus biarkan seperti apa adanya untuk menghindari bencana longsor atau tergenang air. Menggunakan peta *runoff* bisa diketahui bagian dari tapak yang tidak menjadi tempat genangan air, tempat terkumpulnya air permukaan bila hujan. Peta *viewshed* bisa bermanfaat bila ada objek pemandangan yang menarik di luar atau dalam tapak yang ingin dimanfaatkan untuk dinikmati dari posisi tertentu di tapak. Semua perencanaan dan perancangan tapak serba sedikit merubah bentuk permukaan bumi. Oleh karena itu dalam bab ini juga di bahas analisa *cut and fill*. Dengan pemahaman tentang analisa *cut and fill* yang baik, diharapkan dapat dibuat *cut and fill* yang seimbang, sehingga rancangan tapak dapat lebih ramah terhadap lingkungan.

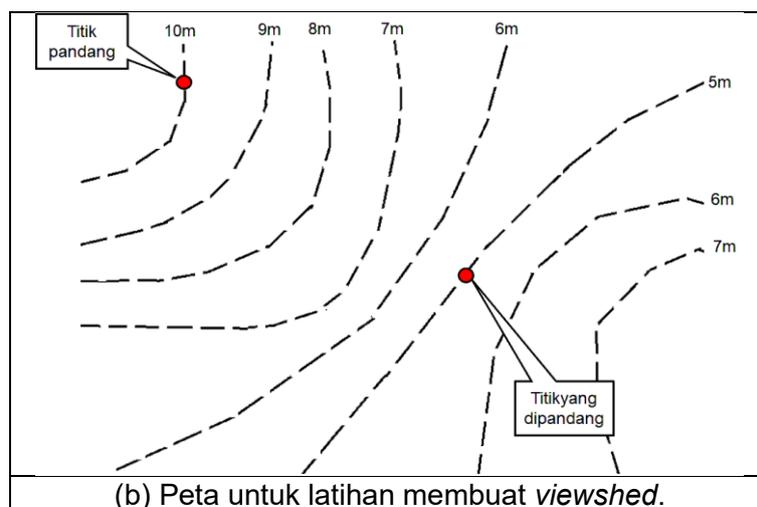
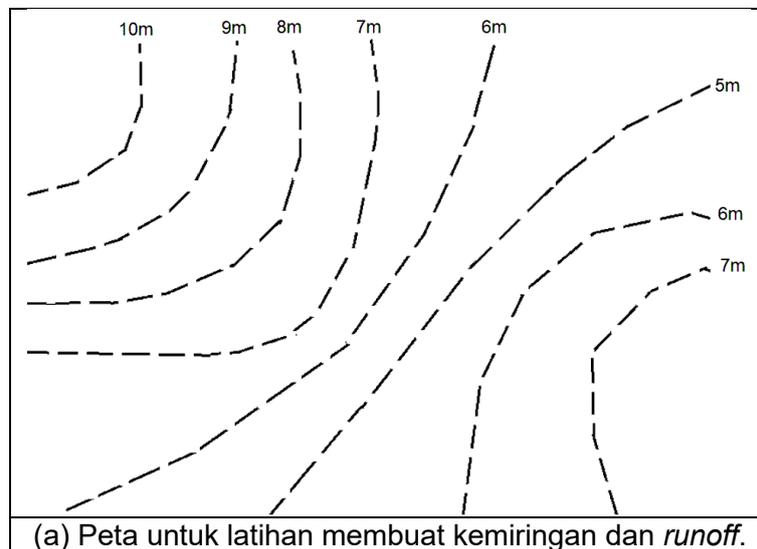
Akhirnya, diharapkan perancangan tapak dapat lebih memperhatikan topografi, sehingga bisa tercipta sebuah rancangan tapak yang ramah lingkungan. Semoga semua yang diterangkan dalam bab ini dapat membantu pembaca untuk membuat perancangan tapak yang berkelanjutan.

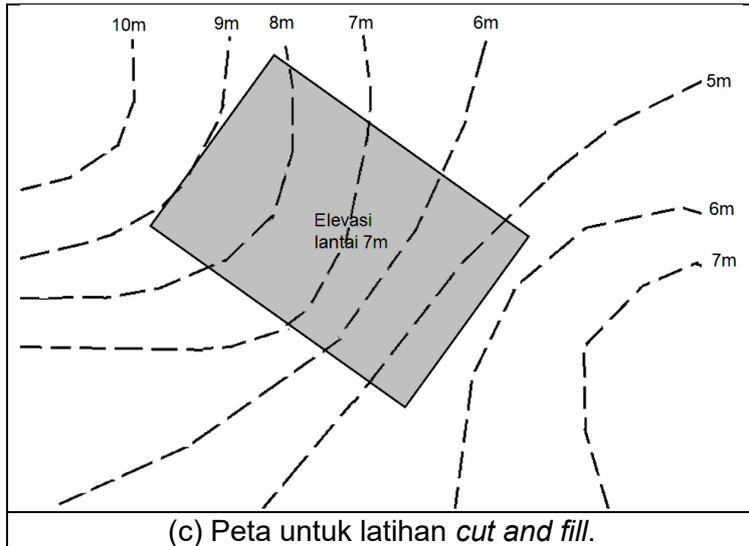
Soal Latihan

Berikut ini adalah beberapa soal latihan yang bisa dilakukan oleh pembaca agar keterangan yang telah diberikan di atas bisa lebih difahami.

1. Buat peta kemiringan untuk tapak dengan kontur seperti pada gambar (a) di bawah ini.
2. Buat juga peta *runoff* pada peta yang tersebut pada soal nomor 1 di atas. Silakan pilih satu teknik dari beberapa teknik pembuatan peta *runoff* yang telah diterangkan di atas.
3. Pada peta yang sama (b), tentukan satu titik pandang dan satu titik yang dipandang. Lakukan analisa *viewshed* untuk menentukan apakah kedua titik tersebut bisa saling melihat.
4. Buat *cut and fill* pada tapak (c) di bawah ini. Lantai bangunan dirancang untuk mempunyai elevasi 7meter.

Demikianlah soal untuk bab ini, semoga berguna bagi pembaca.





Bab. 3. ANALISA VEGETASI

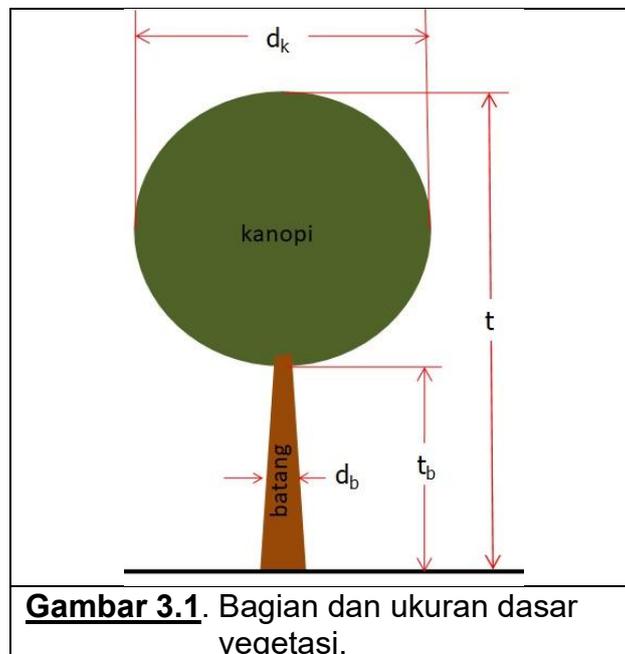
Vegetasi adalah semua tumbuhan yang tumbuh di permukaan bumi. Kata dasar vegetasi dalam bahasa Inggris adalah *to vegetate* yang berarti sesuatu yang tak bergerak, tak bereaksi, atau diam. Pada dasarnya tumbuhan memang bersifat diam di suatu lokasi di permukaan bumi. Terdapat tiga fungsi atau kegunaan vegetasi bagi manusia dan bumi. Pertama, Vegetasi bisa mengurangi polusi, dan fenomena "*heat-island*" (Richard, 2012). Kedua, vegetasi mempunyai fungsi ekologis (Zipperer et al, 1997), karena tumbuhan pada dasarnya adalah habitat bagi banyak makhluk lain. Sebagai contoh sebatang pohon bisa menjadi tempat bagi burung untuk membuat sarangnya. Sebagai komponen penting dari suatu satuan ekologis, vegetasi terkait dengan tata air suatu tapak. Dengan demikian bila vegetasi mengalami perubahan, maka secara langsung juga akan merubah semua hal yang terkait. Hal ini yang menunjukkan bahwa vegetasi mempunyai fungsi ekologis. Ketiga, Vegetasi juga mempunyai fungsi sosial dan psikologis. Sebagai contoh di masyarakat tertentu ada pohon-pohon yang dianggap sakral dan mempunyai "jiwa" yang perlu di-"hormati" seperti layaknya manusia .

Vegetasi memiliki berbagai sifat yang terkait dengan perencanaan dan perancangan tapak. Dalam buku ini vegetasi akan dibahas atas dasar sifat-sifatnya yang berpengaruh pada perencanaan dan perancangan tapak yang meliputi, bentuk, dimensi dan fungsi vegetasi sebagai elemen pembentuk ruang, terutama ruang luar. Terlepas dari manfaatnya, seperti komponen tapak lainnya (bangunan, utilitas dan lain-lain) vegetasi juga membutuhkan ruang. Oleh karena itu perlu dianalisa posisinya dan ruang yang dibutuhkan vegetasi dalam tapak. Selanjutnya setelah membahas sifat-sifat vegetasi, dalam bab ini akan dibahas tentang penyajian aspek vegetasi dalam bentuk peta vegetasi, dan pemanfaatan untuk menentukan area pembangunan di tapak.

3.1. Jenis Vegetasi Berdasarkan Komponen dan Ukurannya

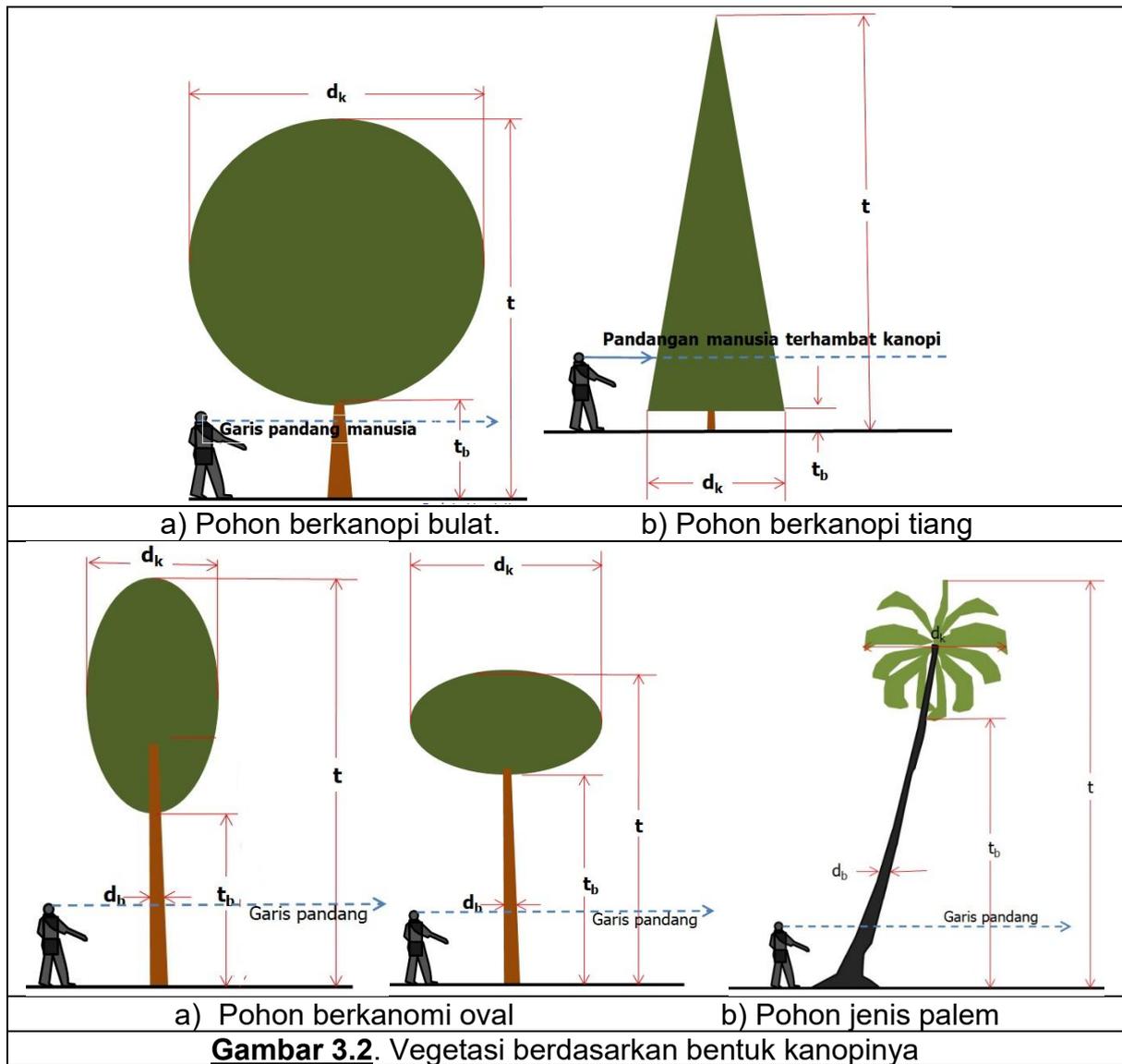
Vegetasi bisa dibedakan berdasarkan komponen dan ukurannya. Yang dimaksud dengan jenis vegetasi dalam hal ini bukanlah penggolongan vegetasi secara ilmiah menjadi bagian dari suatu genus, atau spesies tertentu, tapi lebih merupakan penggolongan atas dasar bentuk fisik vegetasi yang nantinya berguna dalam perencanaan dan perancangan tapak. Dalam hal ini vegetasi dapat digolongkan berdasarkan (**Gambar 3.1**) bentuknya sebagai berikut:

1. Tinggi pohon (t). Ada vegetasi yang tinggi (pohon Sequoia bisa sampai 300 meter), ada yang melata seperti berbagai jenis rumputan, dan ada pula yang merambat di dinding atau pada pergola.
2. Diameter kanopi (d_k). Setiap vegetasi mempunyai mahkota daun atau kanopi. Ada pohon dengan kanopi yang berdiameter besar seperti pohon Beringin, ada juga kanopi yang berdiameter kecil seperti berbagai jenis pohon berbentuk tiang.
3. Diameter batang (d_b). Setiap vegetasi pada dasarnya memiliki batang. Letak batang ada di antara bagian terendah kanopi dengan bagian vegetasi yang muncul dari permukaan tanah. Berdasarkan diameter batang, ada vegetasi yang memiliki batang besar. Pohon-pohon kayu keras seperti Jati dan Beringin biasanya memiliki diameter batang yang relatif besar.
4. Tinggi batang (t_b) adalah panjang bagian batang yang diukur mulai dari bagian vegetasi yang paling dekat dengan permukaan tanah hingga bagian dari batang yang ada di bagian bawah kanopi.

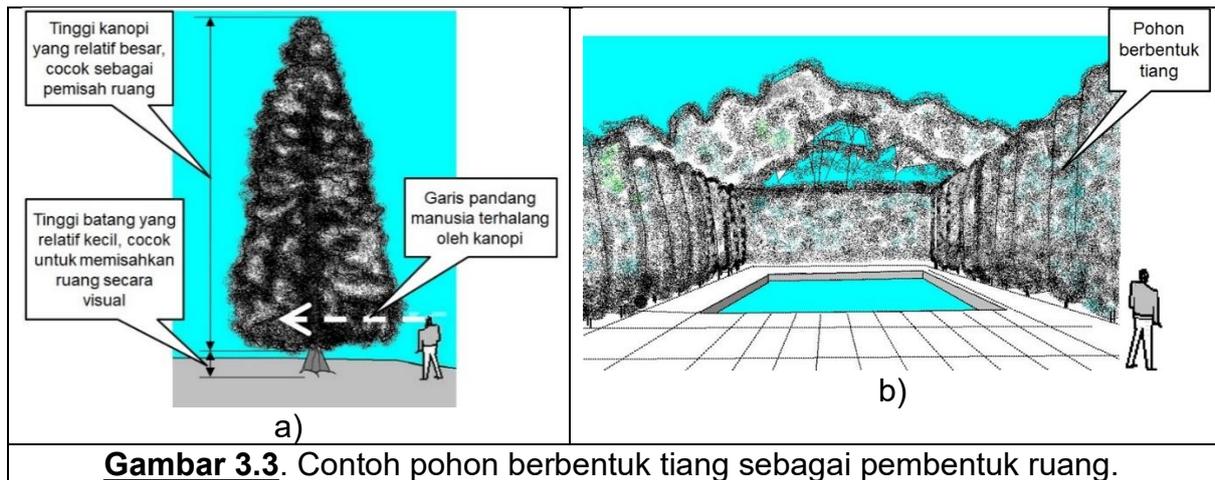


Berdasarkan bentuk kanopinya (**Gambar 3.2**), vegetasi bisa ~~bisa~~ dibedakan menjadi (Miller, 2010):

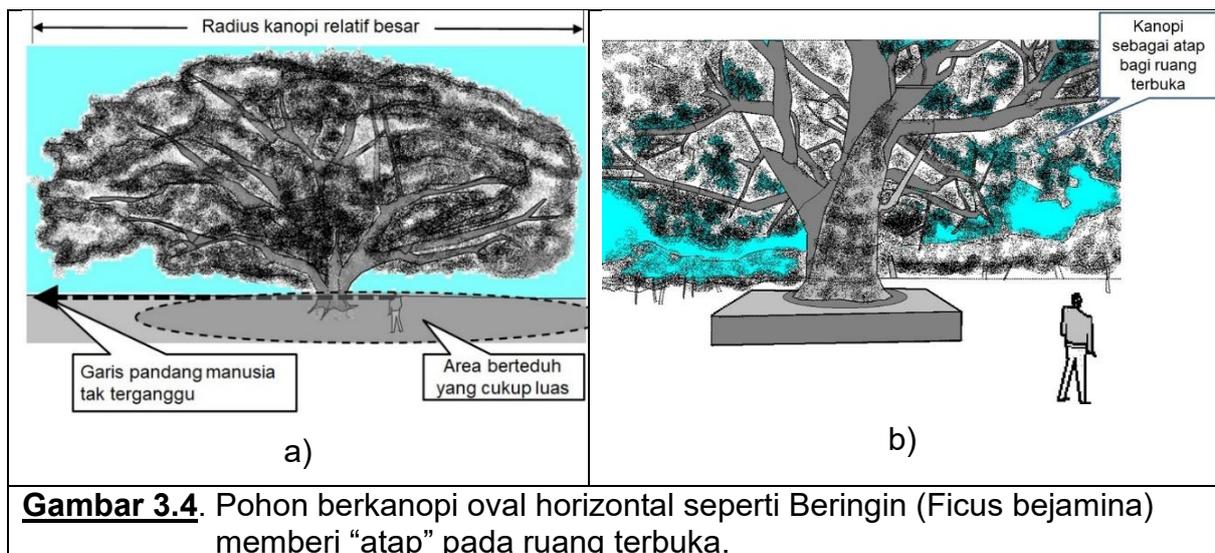
1. Pohon berkanopi bulat seperti Beringin, dan Mahoni.
2. Pohon berkanopi tiang seperti Cemara Lilin.
3. Pohon berkanopi oval seperti umumnya pohon berdaun lebar.
4. Pohon jenis palem seperti Palem Raja dan berbagai jenis palem lainnya.



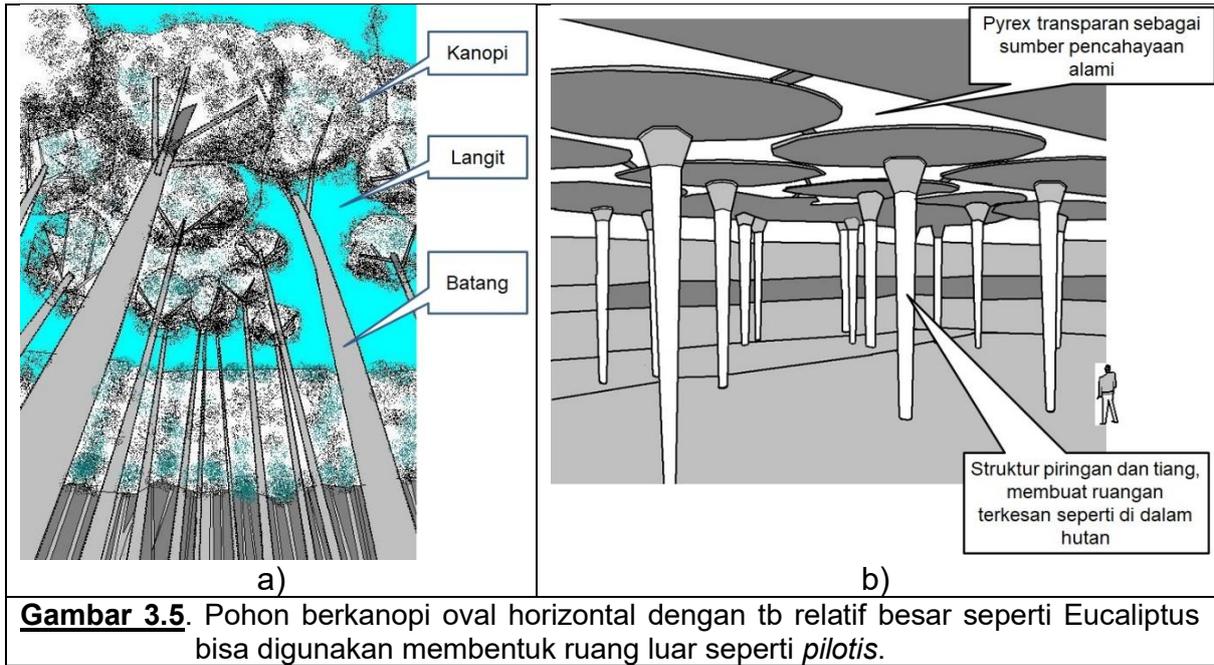
Masing-masing jenis pohon tersebut secara arsitektural bisa digunakan untuk membentuk ruang luar. Sebagai contoh, pohon yang berbentuk tiang, karena mempunyai t (tinggi) yang besar dan t_b (tinggi batang) yang relatif pendek memutus garis pandang manusia. Vegetasi dengan t_b pendek seperti pohon berkanopi tiang berguna untuk menjadi pembatas ruang. Pohon Aras atau Cedar dari famili Pinaceae adalah contoh dari pohon berbentuk tiang. Pohon Aras berguna untuk menjadi dinding bagi ruang terbuka (**Gambar 3.3**). Dua deret pohon-pohon Aras atau sejenisnya juga sering digunakan untuk mengarahkan sebuah ruang sirkulasi. Kekurangannya dari ruang yang dibentuk oleh pohon-pohon Aras, adalah karena bentuknya seperti tiang, tidak mempunyai komponen atap. Untuk memberi kesan atap pada ruang terbuka disarankan tidak menggunakan pohon Aras atau Cedar, tapi gunakan pohon berkanopi oval horizontal seperti Beringin (*Ficus bejamina*).



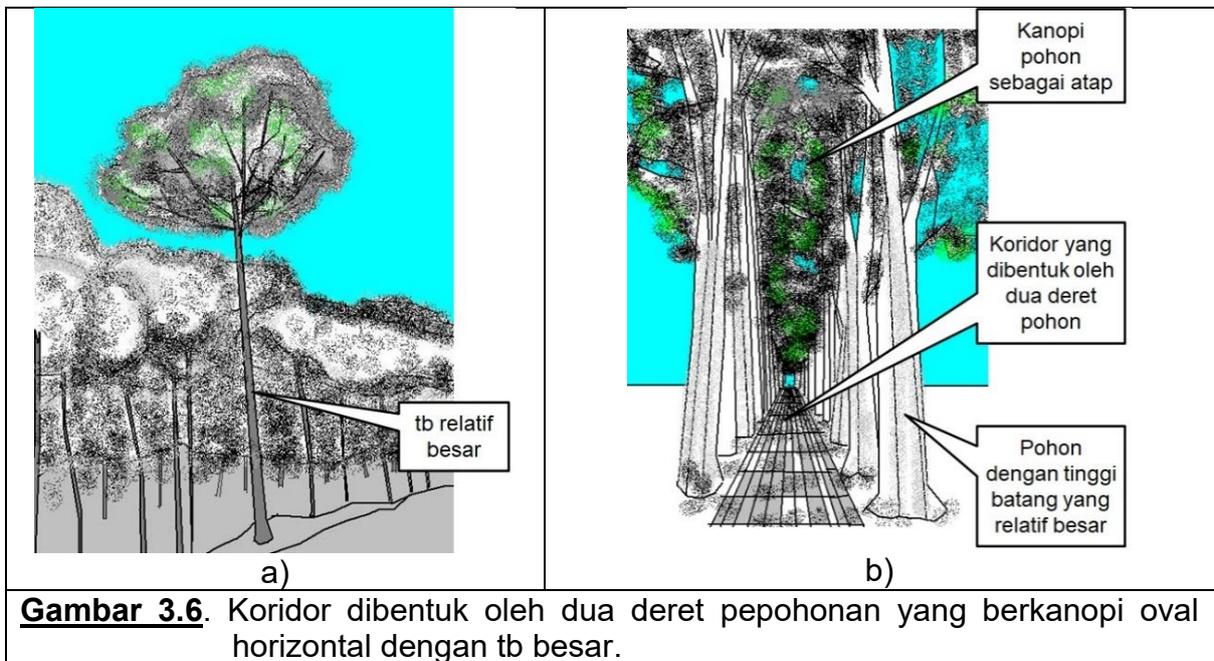
Pohon yang berkanopi bulat atau oval horizontal bisa digunakan untuk melindungi ruang luar dari matahari, tapi masih bisa meneruskan pemandangan manusia. Manfaat utama dari pohon yang berbentuk bulat atau oval, karena bentuk kanopinya dan tinggi batangnya, ialah kemampuannya untuk memberi kesan atap dan tiang pada ruang. Dengan demikian pohon jenis kanopi bulat seperti beringin lebih mampu mensimulasikan ruang dalam dengan memberi kesan memayungi kepada sebuah ruang (**Gambar 3.4**).

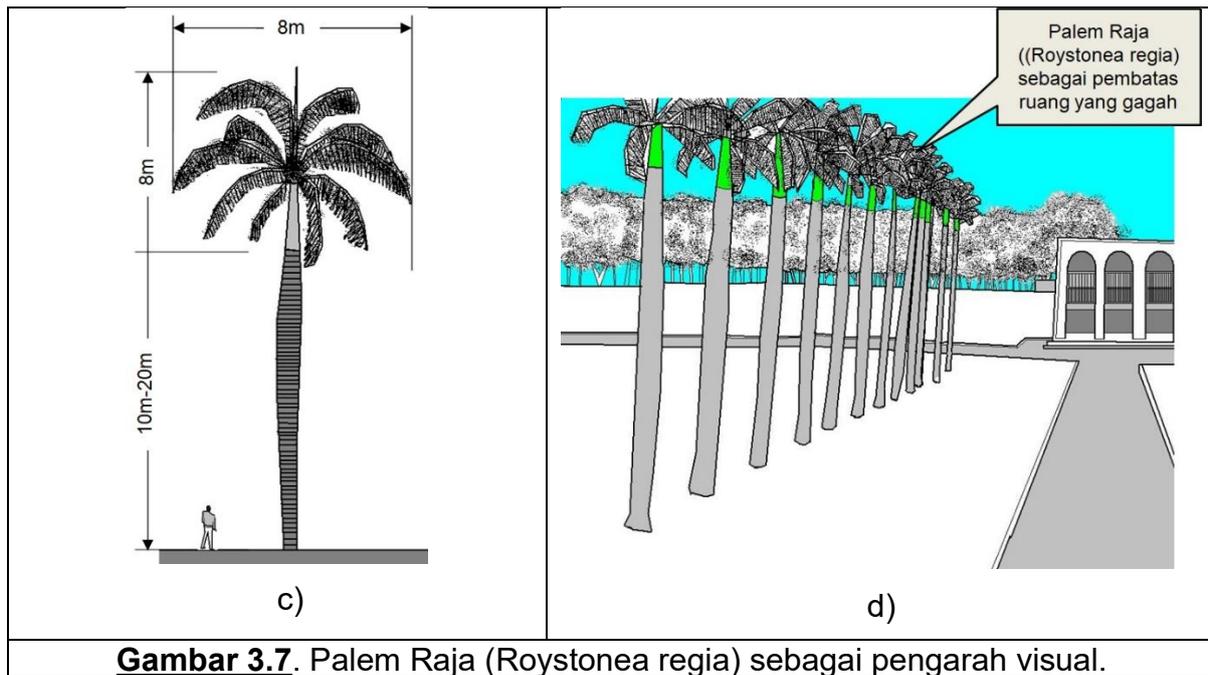


Berbeda dengan pohon Beringin yang juga berkanopi bulat oval, pohon tertentu seperti pohon jenis Eucalyptus memiliki tb yang relatif besar sehingga bisa membentuk ruang bertiang (pilotis) yang tinggi seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 3.5**. Serangkaian pohon berkanopi oval horizontal atau jenis palem seperti Palem Raja (*Roystonea regia*), bisa memberi kesan ruang yang mirip dengan ruang pilotis yang ada pada karya-karya Le Corbusier atau Frank Lloyd Wright. Mungkin Wright di kala merancang Kantor Pusat Johnson Wax mendapat inspirasi dari ruang yang dibentuk oleh pohon-pohon berkanopi bulat horizontal seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Dua deret pohon berkanopi tiang yang diletakkan di sepanjang jalur sirkulasi dapat mengarahkan manusia untuk bergerak ke suatu titik tertentu dalam tapak. Tapi untuk mengarahkan pergerakan manusia bisa juga dibentuk oleh barisan pohon-pohon jenis palem atau yang berkanopi bulat dengan tb yang besar. Kesan ruang yang dibentuk oleh pepohonan seperti itu ialah sebuah koridor yang megah. **Gambar 3.6** memperlihatkan koridor yang dibentuk oleh pohon-pohon yang berdaun oval dan dengan tb besar. Dengan cara yang sama, tapi menggunakan deretan Palem Raja, bisa diperoleh sebuah ruang yang terkesan agung (**Gambar 3.7**)



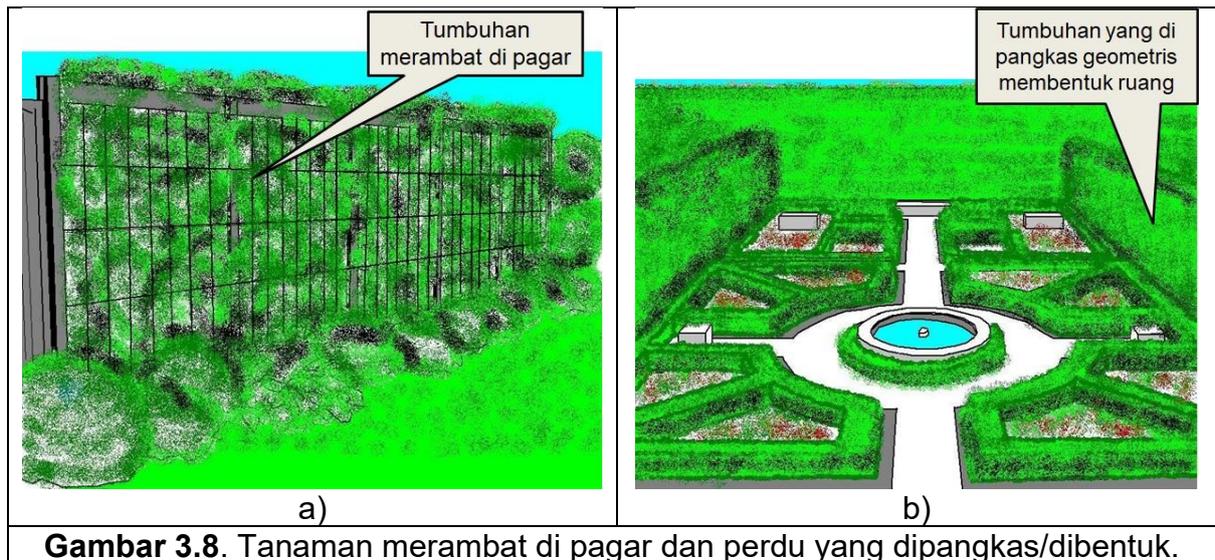


Gambar 3.7. Palem Raja (*Roystonea regia*) sebagai pengarah visual.

Selain yang berbentuk pohon, vegetasi dengan batang yang tegak, vegetasi juga bisa berbentuk tanaman seperti berikut:

1. Berbagai jenis bambu dari yang kecil berbentuk semak hingga yang raksasa sama dengan pohon berkanopi tiang punya kemampuan untuk memutus garis pandang manusia. Dengan demikian jenis bambu bisa digunakan sebagai elemen pemisah ruang.
2. Berbagai jenis rumput karena sifatnya yang tumbuh menyebar secara horizontal bisa berguna untuk membentuk lantai ruang terbuka. Warna dan tekstur jenis rumput juga bervariasi. Hal ini menjadikan rerumputan berpotensi untuk memisahkan bidang lantai ruang terbuka.
3. Perdu atau semak bermanfaat untuk menjadi pelindung visual ataupun dari teriknya matahari bagi ruang terbuka. Selain itu, vegetasi jenis perdu juga bisa dimanfaatkan sebagai pembatas ruang visual baik bagi ruang luar maupun ruang bangunan seperti teras atau selasar.
4. Tumbuhan merambat berguna sebagai pelindung permukaan dinding dari pengaruh negatif iklim. Daun tumbuhan rambat akan memecah pantulan sinar matahari sehingga pantulan tersebut tidak terkonsentrasi ke arah tertentu dan menyebabkan *glare* atau silau yang mengganggu mata manusia.

Tanaman jenis bambu dan juga tanaman perdu tertentu bisa dimanfaatkan sebagai pagar. Pagar yang terbuat dari teralis besi bisa menjadi rangka tempat menjarai tumbuhan perdu sehingga bisa memperhalus tampilan pagar tersebut. Bila tanaman tersebut berbunga, bisa menambah keindahan pagar sehingga selain sebagai pemisah ruang, pagar tersebut dapat menjadi elemen keindahan bagi ruang tersebut. Tanaman perdu tertentu bisa juga dipangkas sehingga bisa dibentuk menjadi seperti patung tertentu. **Gambar 3.8** memperlihatkan contoh pemanfaatan tanaman jenis perdu pada pagar dan sebagai elemen ruang luar yang dibentuk secara geometris.



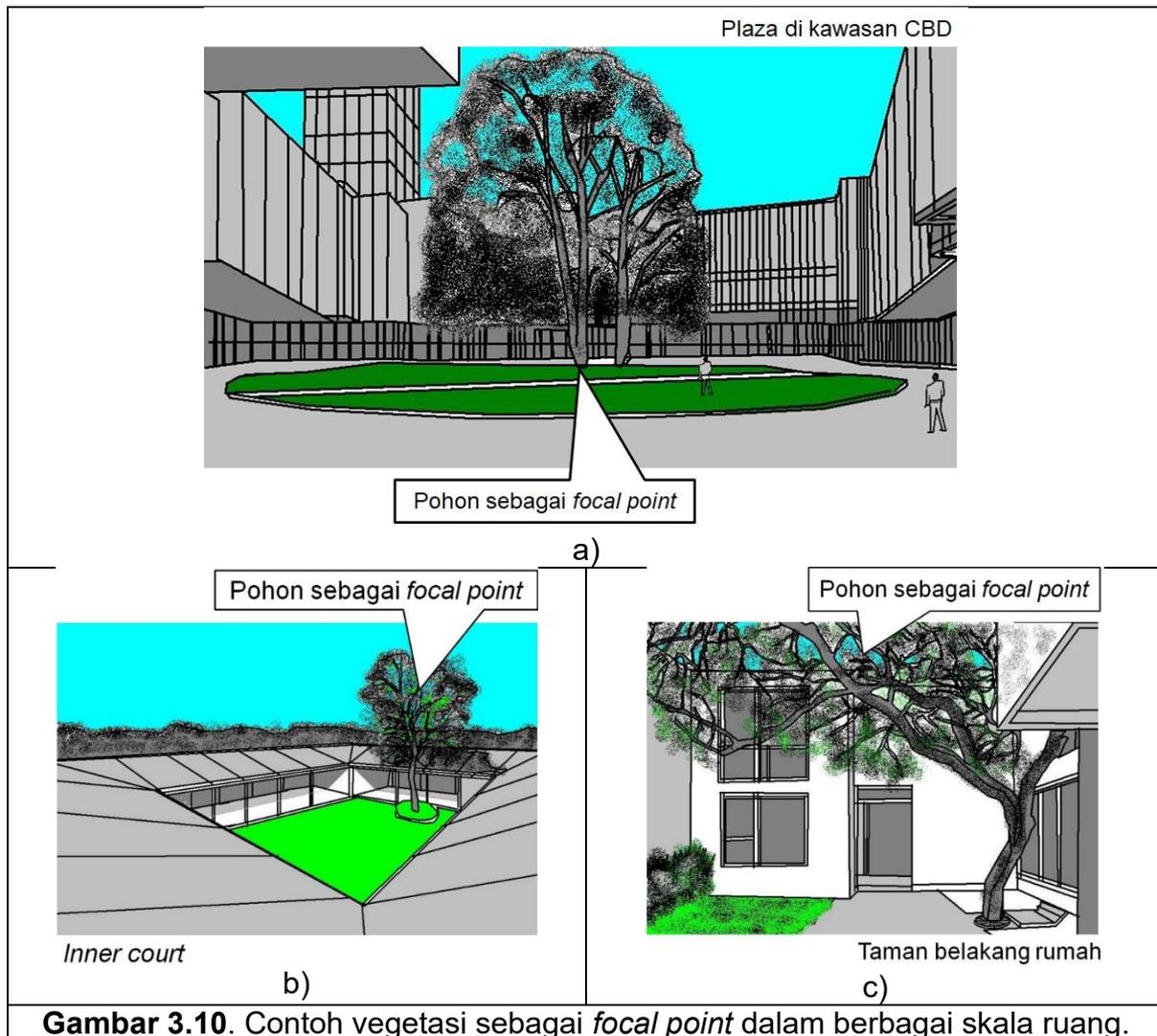
Vegetasi jenis perdu atau semak memiliki batang yang relatif kecil dan pendek. Batangnya cukup lentur untuk dibentuk sesuai dengan kebutuhan manusia. Sebagai contoh perdu bisa diikat ke kerangka tertentu menjadi sejenis pergola seperti pada **Gambar 3.9**. Pergola perdu bisa jadi pelindung dari matahari, tapi daunnya tak terlalu padat sehingga masih tetap bisa ditembus sinar matahari sehingga tak terlalu gelap. Dedaunan perdu tertentu juga tidak menjadi penghalang bagi sirkulasi udara. Bunga perdu tertentu memberi nilai tambah kepada pergola. Oleh karena itu di kala cuaca cerah dan tidak hujan orang bisa duduk bersantai di bawah pergola seperti yang ada pada Gambar 3.9.



3.2. Vegetasi sebagai Elemen Pembentuk Ruang

Arsitektur sangat memperhatikan komposisi atau bentuk ruang. Masing-masing jenis vegetasi yang telah diterangkan di atas mempunyai karakteristik atau ciri tertentu yang berguna sebagai elemen pembentuk ruang. Menurut Miller (2010), vegetasi dapat dimanfaatkan utk membentuk ruang dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Vegetasi bisa digunakan sebagai aksent, penekanan bagi bagian tertentu tapak. Vegetasi bisa menjadi *focal point*, pembeda ruang dengan memberi kontras baik secara fisik maupun lokasi. **Gambar 3.10** memperlihatkan beberapa contoh vegetasi yang menjadi *focal point* bagi sebuah ruang terbuka.
2. Arsitek sering menganalogikan bangunan sebagai suatu lukisan. Setiap lukisan tentu mempunyai bingkai. Pohon tertentu bisa menjadi bingkai bagi suatu objek arsitektural/bangunan karya arsitek.
3. Vegetasi bisa digunakan untuk membentuk *background*, dan memberi kesan “*enclosure*” kepada ruang luar juga sekaligus sebagai pemisah ruang.



Gambar 3.10. Contoh vegetasi sebagai *focal point* dalam berbagai skala ruang.

Selanjutnya seperti layaknya setiap lukisan yang indah, agar bisa memberi kesan kedalaman yang penting untuk memberi kesan tiga dimensi, komposisi ruang luar harus mempunyai latar belakang, latar tengah dan latar depan. Vegetasi bisa digunakan untuk membentuk latar belakang, latar tengah dan latar depan terhadap komposisi tampak bangunan dengan cara sebagai berikut:

1. Vegetasi bisa digunakan untuk membentuk sejenis *vista* bagi desain tapak. *Vista* pada dasarnya adalah sebuah pemandangan di latar belakang, yang dibingkai oleh suatu latar depan.

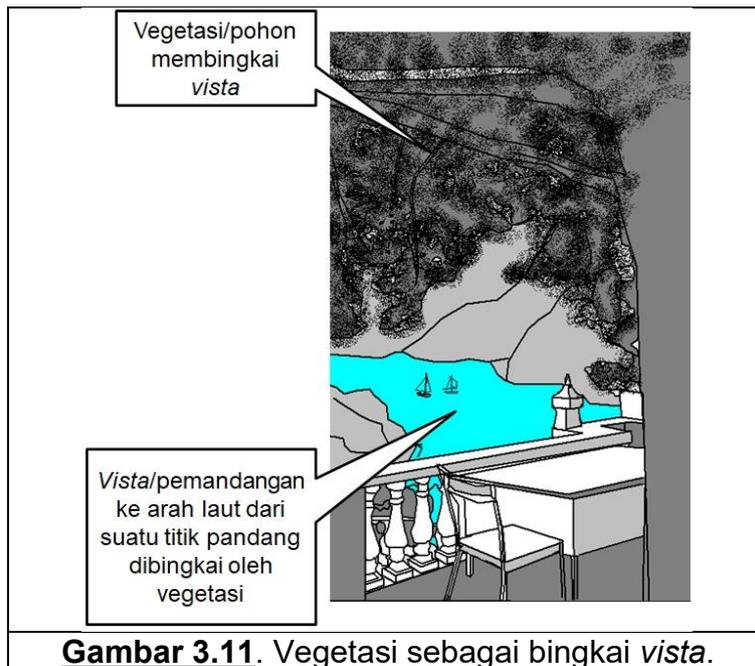
2. Dengan menggunakan vegetasi arsitek juga bisa membentuk sejenis *filter* visual kepada suatu objek arsitektural/bangunan. *Filter* visual bisa dianggap bagian dari latar tengah dari sebuah lukisan.
3. Latar belakang juga biasanya dibentuk dengan menggunakan vegetasi. Tapi biasanya latar belakang dibentuk dengan meminjam pemandangan (*borrowed landscape*) dari tempat lain yang jauh di luar tapak seperti gunung atau deretan vegetasi yang jauh.
4. Sebuah rancangan ruang luar yang hanya terdiri atas bangunan akan terkesan keras. Sebagai latar tengah, vegetasi dapat juga digunakan untuk memperhalus tampilan bangunan.

Perbedaan latar (latar belakang, latar tengah dan latar depan) secara visual dapat memberi kesan tiga dimensi berupa kedalaman tertentu kepada komposisi ruang.

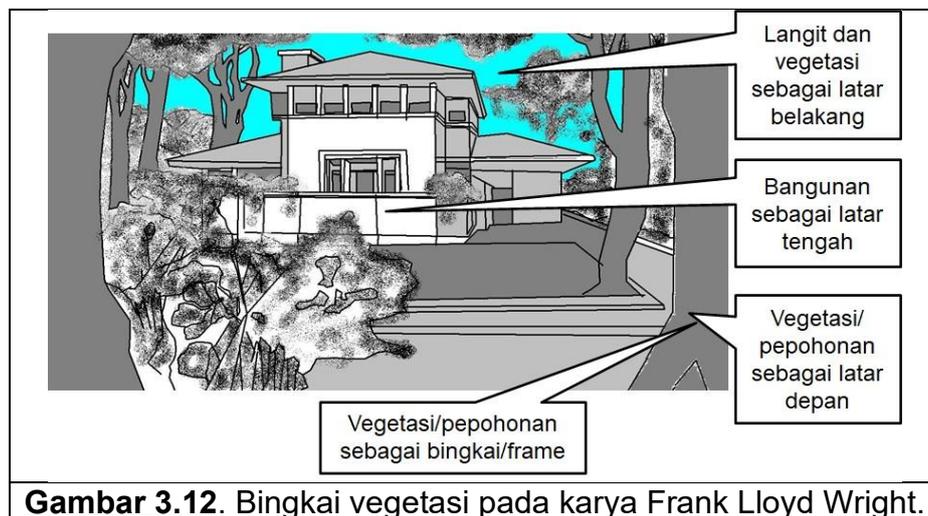
Vista bisa memperkuat tampilan sebuah pemandangan. Dengan memberi bingkai kepada sebuah pemandangan sehingga memberi kesan kedalaman kepada sebuah pemandangan seperti layaknya sebuah lukisan. Komponen penting *vista* ialah bingkai vegetasi, dan pemandangan yang indah. Sebuah *vista* dianggap lengkap bila berlatar depan berupa bingkai vegetasi, berlatar tengah dengan pemandangan alam atau buatan manusia dan di kejauhan berlatar belakang langit atau juga vegetasi.

Menurut Appleton (1975), sebuah *vista* harus memperlihatkan *prospect* dan *refuge*. Sebuah pemandangan alam dianggap indah oleh manusia karena memperlihatkan *prospect* dan *refuge* yang menurut Appleton mengingatkan perasaan yang paling kuno dari manusia ketika ia masih harus berburu untuk hidupnya. Dalam berburu pemandangan yang paling indah menurut manusia ialah bila ia bisa melihat binatang yang hendak diburu (*prospect*) dalam kondisi terlindungi dan tak terlihat oleh buruannya (*refuge*). Dalam sebuah *vista*, *prospect* diperlihatkan dalam bentuk pemandangan di latar tengah dan komponen latar belakang, sedang *refuge* biasanya ada di latar depan yang diperkuat oleh bingkai vegetasi. **Gambar 3.11** memperlihatkan sebuah *vista* dengan vegetasi sebagai bingkai dan laut sebagai pemandangan. Dalam Gambar 3.11 bingkai vegetasi dan kursi, meja dan pagar bisa dianggap sebagai tempat *refuge*, di mana manusia merasa aman dan terlindungi. Sedangkan pemandangan yang berupa laut adalah *prospect* tempat manusia bisa merasa bebas.

Gambar 3.12 memperlihatkan dalam gambar karya Frank Lloyd Wright bagaimana vegetasi membingkai bangunan. Gambar 3.12 adalah tipikal gambar karya Wright. Mirip dengan strategi membingkai pemandangan pada Gambar 3.12, objek pemandangan dalam gambar karya Wright tersebut adalah bangunan yang ia desain. Jadi berbeda dengan *vista* pada Gambar 3.11, walaupun bisa disebut *vista*, jelas pemandangan yang ada gambar itu bukan komponen alam. Dari gambar itu Wright telah berhasil memperkuat tampilan karyanya yang berupa rumah. Dengan memberi latar depan bingkai kepada bangunan yang ada di latar tengah, Wright telah berhasil menggugah kesan *prospect* dan *refuge* kepada orang yang melihat gambar tersebut.



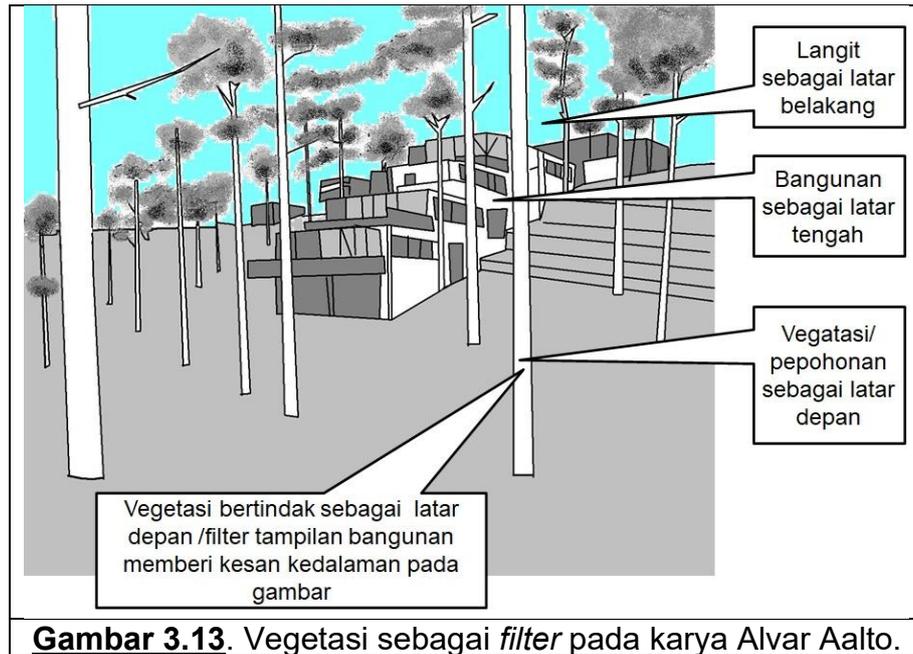
Gambar 3.11. Vegetasi sebagai bingkai *vista*.



Gambar 3.12. Bingkai vegetasi pada karya Frank Lloyd Wright.

Sebagai usaha untuk menciptakan gambar yang memberi kesan kedalaman, arsitek seperti Frank Lloyd Wright dan Alvar Aalto sering memanfaatkan vegetasi sebagai *filter* visual. Berbeda dengan vegetasi sebagai penguat *vista*, vegetasi yang bertindak sebagai *filter* biasanya diletakkan di latar tengah. Dengan demikian bangunan yang menjadi objek utama gambar diperlihatkan di sela-sela pepohonan. Dalam gambar-gambar yang memperlihatkan karya Alvar Aalto, pepohonan tersebut berupa pohon-pohon berbentuk tiang dengan batang yang lurus menjulang ke atas sehingga kesan *filter* tersebut menjadi semakin terasa.

Pada gambar-gambar Wright, yang menjadi *filter* adalah tanaman rambat atau perdu yang diletakkan di depan bangunan (Gambar 3.12). *Filter* vegetasi seperti pada gambar-gambar karya Aalto (**Gambar 3.13**) bertindak sebagai komponen panggung yang disebut *coulisses*. Komponen *coulisses* berfungsi untuk memberi kesan kedalaman atau tiga dimensi kepada panggung. *Overlapping* antar latar yang dihasilkan oleh *filter* vegetasi berperan besar untuk menimbulkan kesan tiga dimensi tersebut.

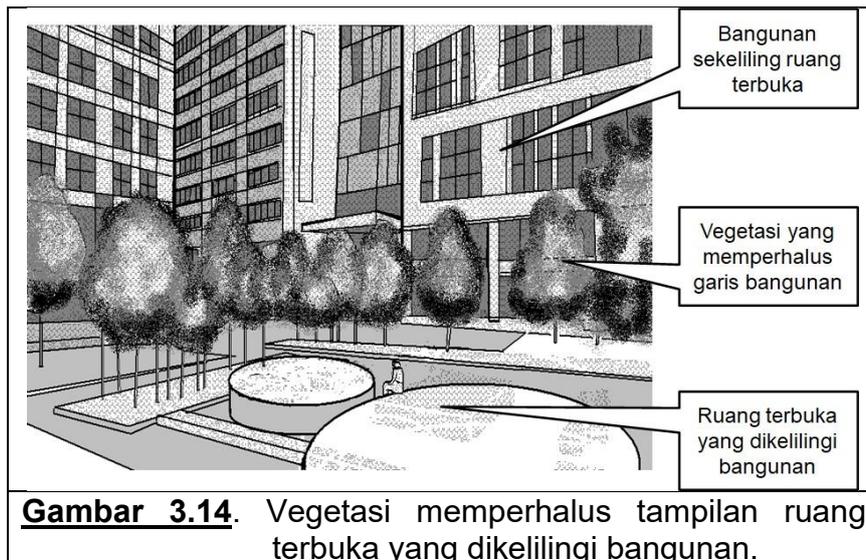


Sebuah ruang luar yang dikelilingi oleh bangunan saja biasanya akan terasa keras. Semua sudut akan terlihat kaku dan tajam. Arsitek bisa menggunakan berbagai bentuk vegetasi untuk mengurangi kesan keras dari karyanya. **Gambar 3.14** memperlihatkan suatu contoh untuk memperhalus suatu ruang terbuka yang dikelilingi oleh bangunan-bangunan. Pada gambar tersebut, bisa dilihat bahwa ada dua lapis dinding ruang luar yang terbentuk. Lapis pertama di bagian terluar ruang terbuka ialah dinding bangunan-bangunan. Vegetasi bertindak sebagai dinding lapis kedua yang menjadi perantara antara bangunan dan ruang luar. Selain sebagai dinding perantara, vegetasi juga memberi kesan pelindung kepada ruang-ruang terbuka, baik yang berada di tengah maupun yang ada di sepanjang lantai bawah bangunan-bangunan yang mengelilingi ruang terbuka seperti yang ada pada gambar tersebut.

3.3. Vegetasi sebagai Pengubah Iklim Mikro

Vegetasi juga berguna untuk mengubah iklim mikro sebuah tapak seperti radiasi matahari, suhu, kelembaban dan sirkulasi udara (Misni, 2012). Berikut ini adalah beberapa fungsi vegetasi dalam mengubah iklim mikro:

1. Umumnya vegetasi di siang hari menghasilkan oksigen dan menyerap karbon dioksida dan sejumlah gas berbahaya (VOCs atau *Volatile organic compounds*). Karena menghasilkan oksigen vegetasi memberi kesan segar kepada manusia yang berada di bawahnya.
2. Selain mengurangi gas rumah kaca, vegetasi tertentu karena bayangan dan *evapotranspiration* bisa menurunkan suhu lingkungan dengan cukup signifikan.
3. Vegetasi juga bisa menjadi pelindung bagi dinding atau bukaan bangunan sehingga mengurangi radiasi matahari untuk masuk ke dalam bangunan.
4. Daun vegetasi mempunyai orientasi yang bervariasi sehingga dapat memecah konsentrasi arah sinar matahari.



Gambar 3.14. Vegetasi memperhalus tampilan ruang terbuka yang dikelilingi bangunan.

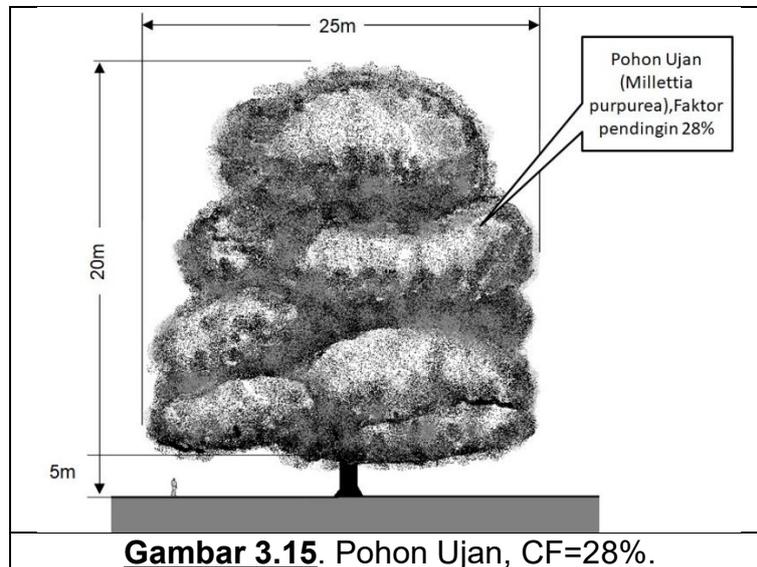
Dalam jangka panjang, vegetasi menyerap karbon dioksida dan menyimpan karbon dioksida dan gas polutan lainnya dan tentu saja akan membantu mengurangi peningkatan emisi gas rumah kaca yang bisa meningkatkan suhu lingkungan dan perubahan iklim. Dengan demikian penanaman pohon bisa dianggap sebagai salah satu usaha untuk menjaga keberlanjutan lingkungan. Sebagai contoh, pohon besar seperti pohon Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dewasa setiap tahun bisa menyerap 61 kilogram karbon (Praseti et al., 2018).

Tiap vegetasi mempunyai kemampuan tertentu dalam menyerap gas rumah kaca seperti karbon dioksida. Ada pohon jenis tertentu yang mampu menyerap karbon dioksida lebih banyak dari pada jenis lainnya. Sebagai contoh, pohon Trembesi adalah salah satu jenis pohon yang mempunyai kemampuan menyerap karbon dioksida terbesar. Setiap pohon Trembesi dewasa mampu menyerap 28,5 ton setara karbon dioksida selama hidupnya (Budhiman, 2021). Ciri-ciri vegetasi dengan daya serap gas karbon yang baik adalah sebagai berikut:

1. Vegetasi yang cepat tumbuh. Biasanya daya serap gas tertinggi vegetasi terjadi pada 10 tahun awal pertumbuhannya.
2. Vegetasi yang berumur panjang sehingga punya waktu untuk menyerap dan menyimpan karbon. Pohon akan kembali melepas karbon yang di simpan setelah mati. Proses pembusukan pohon mati pada dasarnya adalah proses pelepasan karbon yang disimpan di kala pohon tersebut hidup.
3. Pohon yang berdaun lebar, sehingga mengoptimalkan terjadinya proses fotosintesis untuk memasak karbon dioksida, air, mineral, klorofil dan dibantu oleh matahari digodok menjadi biomassa pohon.
4. Pohon yang bisa tumbuh secara organik tanpa bantuan dari pupuk dan peralatan khusus yang justru mengeluarkan karbon.

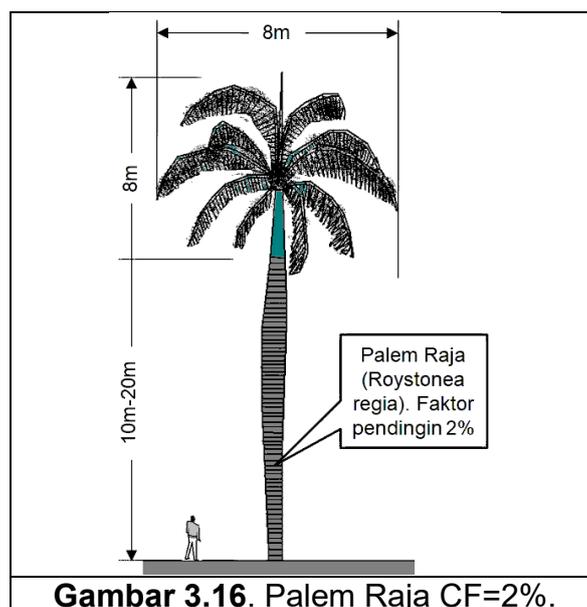
Setiap jenis vegetasi mempunyai kemampuan tertentu dalam menurunkan suhu lingkungan yang disebut Faktor Pendingin atau *Cooling Factor* (CF). Sebuah pohon makin padat daunnya, makin besar CFnya. Sebagai contoh, pohon jenis Pohon Ujan (*Millettia purpurea*) mempunyai CF (28%) lebih tinggi daripada jenis Palem Raja (*Roystonea regia*, CF=2%). Hal ini bisa dimengerti karena kepadatan daun pada kanopi Pohon Ujan lebih tinggi daripada kanopi pohon Palem Raja (Lin dan Lin, 2010). **Gambar 3.15** dan **Gambar 3.16** memperlihatkan dua contoh vegetasi dengan nilai CF

masing-masing. Kepadatan daun persatuan volume kanopi mempengaruhi kemampuan pohon dalam menurunkan suhu lingkungan. Makin tinggi kepadatan daun suatu pohon, makin tinggi pula nilai CFnya sehingga dapat disimpulkan tinggi juga kemampuannya dalam menurunkan suhu lingkungan.

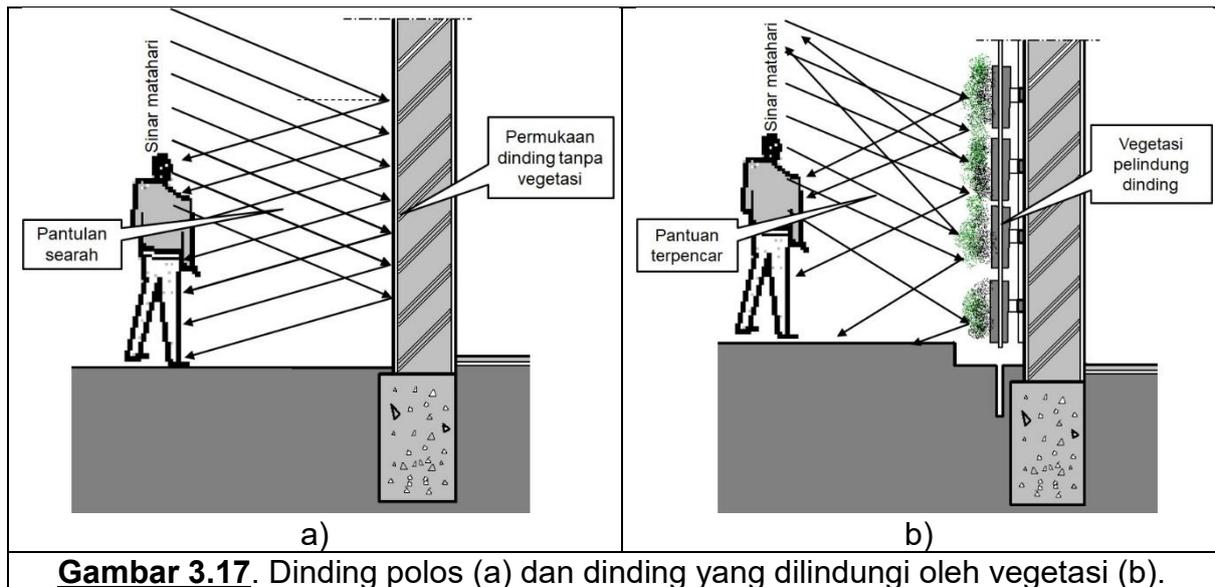


Gambar 3.15. Pohon Ujan, CF=28%.

Vegetasi jenis tertentu bisa ditanam merambat pada permukaan dinding atau menjulur menutupi suatu bukaan bangunan. Vegetasi seperti itu dapat mengurangi radiasi panas matahari yang masuk ke dalam ruangan. Bila radiasi matahari jatuh ke suatu permukaan dinding yang tak dilindungi oleh vegetasi, maka pantulan radiasi tersebut akan terkonsentrasi pada suatu arah tertentu. Konsentrasi pantulan radiasi ini bila masuk ke mata manusia akan terasa sebagai silau atau *glare* (**Gambar 3.17.a**). Orientasi permukaan daun yang bervariasi memecah pantulan radiasi matahari yang jatuh pada permukaan dinding yang dilindungi oleh vegetasi, sehingga mencegah terjadinya *glare* (**Gambar 3.17.b**).



Gambar 3.16. Palem Raja CF=2%.



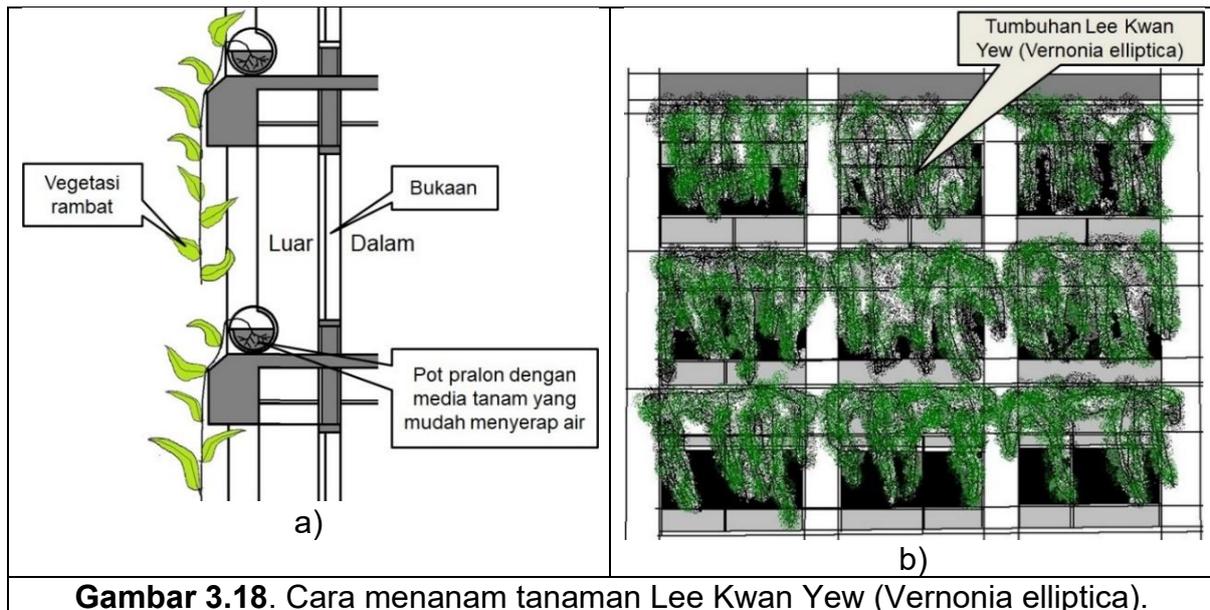
Gambar 3.17. Dinding polos (a) dan dinding yang dilindungi oleh vegetasi (b).

Vegetasi yang tumbuh menjulur ke bawah juga dapat digunakan sebagai *filter* dari radiasi matahari bagi bukaan bangunan (**Gambar 3.18**). Pemanfaatan tanaman sulur pada fasade bangunan, dilihat dari ruang dalam bangunan, bisa dianggap sebagai sejenis *shading-device* yang bisa mengurangi *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV). Dari sisi eksternal bangunan, berbeda dengan *shading-device* yang terbuat dari bahan non vegetasi seperti beton atau bahan konstruksi lainnya, tanaman sulur lebih efektif dalam mengurangi *glare*. Walaupun demikian, pilihan penggunaan tanaman sulur sebagai *shading-device* belum terlalu diperhatikan pada saat ini.

Kelebihan lain vegetasi bersulur dibandingkan dengan *shading-device* lainnya ialah kemampuannya untuk tetap meneruskan sirkulasi udara. Hal ini bisa dimengerti karena pada dasarnya tanaman sulur bukan konstruksi massif seperti umumnya *shading-device*. Vegetasi gantung seperti tanaman “Lee Kwan Yew” (nama mantan Perdana Menteri Singapura) atau *Vernonia elliptica* juga bisa digunakan sebagai *shading-device* seperti tanaman sulur pada umumnya.

Tanaman Lee Kwan Yew yang tumbuh menjulur ke bawah membentuk suatu bidang atau tirai yang efektif dalam melindungi suatu bukaan. Berbeda dengan tanaman pelindung dinding lainnya, tanaman Lee Kwan Yew bisa ditanam pada pot yang diletakkan atau digantung di atas bidang yang ingin dilindungi oleh tanaman tersebut. Gambar 3.18 memperlihatkan letak pot bagi tanaman relatif terhadap bukaan dinding yang hendak dilindungi dari matahari.

Seperti umumnya tanaman rambat, *Vernonia elliptica* memerlukan rangka rambat. Biasanya yang menjadi media rambat ialah permukaan dinding atau bukaan yang akan dilindungi oleh tumbuhan tersebut. Tanaman ini mudah tumbuh dan tak memerlukan terlalu banyak air. *Vernonia elliptica* hanya membutuhkan media tanam yang dapat menyerap air sehingga cocok sekali untuk ditanam di lokasi yang tinggi seperti pada dinding atau sekitar bukaan bangunan bertingkat (Sarah, 2020).



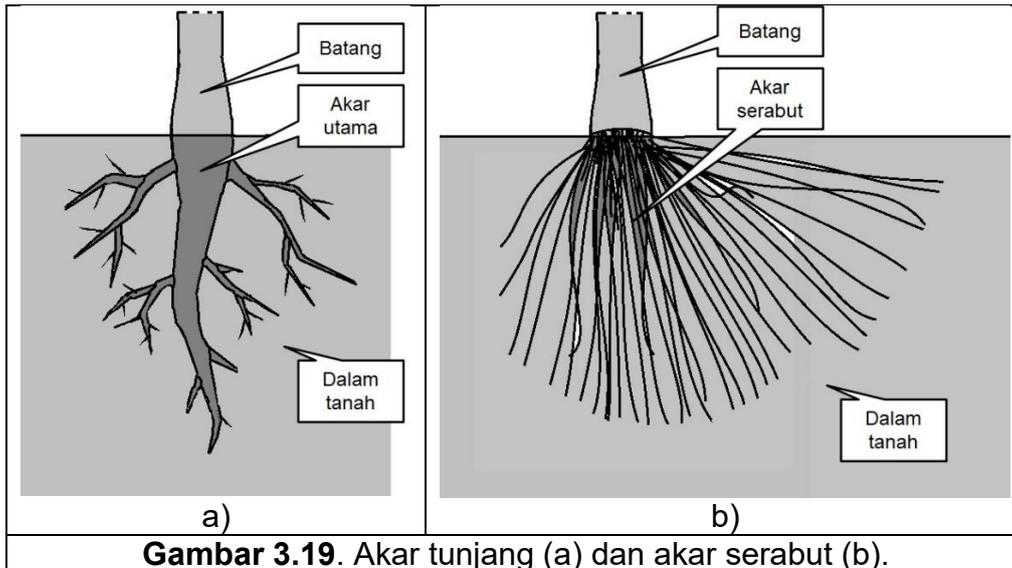
Gambar 3.18. Cara menanam tanaman Lee Kwan Yew (*Vernonia elliptica*).

3.4. Akar Vegetasi dan Dampaknya pada Bangunan

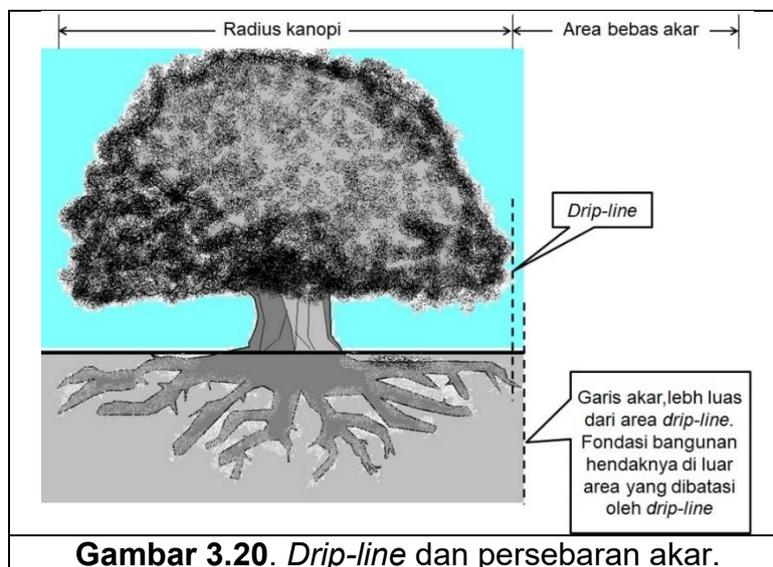
Batang dan kanopi adalah bagian dari vegetasi yang terlihat di permukaan tanah. Vegetasi mempunyai akar yang berada di bawah tanah dan tak terlihat oleh mata manusia, tapi berpengaruh dan dipengaruhi oleh hal-hal yang dirancang oleh manusia di atas tanah. Sebagai contoh, akar vegetasi bisa merusak fondasi bangunan, atau sebaliknya fondasi bangunan bisa menghambat pertumbuhan akar vegetasi. Oleh karena itu, kita harus memahami sifat-sifat akar vegetasi yang bisa mempengaruhi dan dipengaruhi oleh bangunan (Satriani, et al., 2010).

Tiap jenis vegetasi mempunyai cara penyebaran akar tertentu. Ada vegetasi yang akarnya tumbuh dangkal, dan ada yang relatif dalam masuk ke dalam tanah. Secara garis besar ada dua jenis akar vegetasi. Pertama ialah vegetasi berakar tunjang. Sebagai contoh, umumnya pohon berkayu keras seperti Mahoni (*Swietenia macrophylla*) memiliki akar tunjang. Kedua ialah vegetasi berakar serabut. Sebagai contoh umumnya tumbuhan jenis rerumputan seperti bambu dan pohon jenis palem berakar serabut.

Akar tunjang mempunyai akar utama yang masuk ke dalam tanah dan akar-akar sekunder yang menyebar mengelilingi akar utamanya (Mickovski, 2002). Akar serabut tidak mempunyai akar utama, dan biasanya menyebar lebih jauh dari sekeliling batang dari pada akar tunjang (**Gambar 3.19**). Akar serabut mempunyai area menyebar merata sekeliling batang, mempunyai kemampuan untuk mengikat dan melindungi tanah agar tidak terjadi erosi. Sebaliknya akar tunjang karena masuk dan membelah tanah justru bisa menyebabkan longsor. Jadi pada tapak yang rawan longsor, ada baiknya menanam vegetasi jenis bambu yang berakar serabut daripada pohon besar yang berkayu keras seperti Mahoni. Persebaran akar pohon di bawah tanah secara horizontal relatif berkorelasi dengan bentuk kanopi di atas tanah. Jadi sebenarnya kita bisa memperkirakan persebaran akar sebuah vegetasi dari bentuk dan dimensi kanopinya. **Gambar 3.20** memperlihatkan korelasi antara persebaran akar dan bentuk serta dimensi kanopi vegetasi pada umumnya.



Gambar 3.19. Akar tunjang (a) dan akar serabut (b).



Gambar 3.20. Drip-line dan persebaran akar.

Pada Gambar 3.20 bisa dilihat bahwa setiap vegetasi pada dasarnya mempunyai garis pengaruh yang disebut *drip-line*. Bila kanopi diproyeksikan ke permukaan tanah maka akan terbentuk suatu daerah yang berbentuk relatif bundar. Garis pembatas daerah disebut *drip-line*. Butir air hujan yang jatuh ke kanopi akan mengalir mengikuti permukaan kanopi dan kemudian pada *drip-line* butir air tersebut akan menetes ke tanah. Jadi *drip-line* bisa diterjemahkan sebagai “garis-tetes”. Sebaran akar dari batang utama umumnya lebih luas dari pada *drip-line*.

Radius sebaran akar umumnya sama dengan atau lebih kecil dari 1.5 kali radius *drip-line*. Jadi walaupun tak terlihat, bisa diperkirakan radius persebaran akar berdasarkan radius *drip-line*. Dengan demikian kerusakan fondasi karena akar, atau kerusakan akar akibat pembangunan yang terlalu dekat dengan vegetasi bisa dicegah. Walaupun harus membangun dekat vegetasi, agar akar dan fondasi tidak saling mengganggu, maka perlu ada suatu pelindung akar yang menghambat pertumbuhan akar ke suatu arah dekat dengan fondasi bangunan. Pelindung akar biasanya berupa *geotextile* yang diletakkan di sekeliling akar. Sebaliknya agar akar

vegetasi eksisting dapat memperoleh cukup air dari hujan, hendaknya di sekitar area yang dibatasi *drip-line* tidak dibuat pengerasan yang menyebabkan air hujan tidak bisa mencapai akar.

Sama dengan kanopi, *drip-line* juga berkembang sejalan dengan pertumbuhan vegetasi. Vegetasi dewasa tentu mempunyai area *drip-line* yang lebih luas dari pada vegetasi yang muda. Oleh karena itu, di kala menentukan letak tanam vegetasi baru, relatif terhadap bangunan, perlu direncanakan area yang cukup untuk bisa mewedahi area *drip-line* vegetasi dewasa di kemudian hari. Pemahaman tentang *drip-line* vegetasi akan sangat penting di kala arsitek hendak menentukan letak relatif vegetasi terhadap bangunan.

3.5. Makna Simbolik Vegetasi

Vegetasi sering dianggap menyimbolkan suatu kehidupan dan pertumbuhan. Pohon-pohon besar sering menyimbolkan dan memberi inspirasi kepada manusia tentang cinta yang mendalam, atau rasa terimakasih yang tinggi. Sebagai contoh, pohon Beringin menyimbolkan panjang umur. Dalam agama Hindu, Beringin menyimbolkan dewa Brahma. Dalam kita suci agama Hindu, Veda, Beringin menyimbolkan seseorang yang faham tentang isi kitab tersebut. Bambu di Jepang menyimbolkan kemakmuran (Abe, 2019). Di negara tersebut pohon Pinus juga dianggap menyimbolkan panjang umur dan keabadian (Schroeder, 2009). Contoh lain lagi Mahoni karena kayunya yang kuat dan liat sering dianggap sebagai simbol kekuatan dan daya tahan yang tinggi. Kelapa karena sering didapatkan di daerah pantai, oleh budaya barat sering melambangkan relaksasi, santai, libur. Eucaliptus adalah symbol pembersih dari pengaruh-pengaruh negatif yang datang dari dunia hitam.

Vegetasi juga sering dianggap menyimbolkan suatu negara tertentu. Sebagai contoh, pohon Angsana adalah pohon nasional negara Filipina (Ian, 2020). Dalam buku Bustanussalatin karangan Syech Nurrudin Arraniry terdapat 100 tanaman yang ditanam di istana raja Aceh pada abad 17 karena sifat-sifatnya yang utama. Dalam buku itu dibahas satu persatu sifat dari keseratus vegetasi itu (Rahma, 2019). Tidak hanya vegetasi-vegetasi besar yang menyimbolkan suatu idealisme. Tanaman perdu atau bunga juga sering dianggap menyimbolkan suatu nilai-nilai luhur tertentu. Bunga sering menyimbolkan kerapuhan dan hidup yang sementara (Arbit, 2014). Sebagai contoh bunga Sakura yang hanya mekar dan tahan dalam waktu seminggu sering dianggap menyimbolkan seorang gadis yang kecantikannya berumur singkat. Melati dapat dianggap sebagai bunga nasional Indonesia. Bunga tersebut menyimbolkan kesucian dan kemurnian. Di Aceh, bunga Melati yang dikenal dengan nama bunga Simelur, menyimbolkan gadis cantik yang putih bersih, yang berhati suci.

Membaca keterangan di atas tentang makna simbolik vegetasi, ada baiknya arsitek menggunakan pengetahuan itu sebagai inspirasi untuk menentukan konsep rancangan tapak. Kalau kita baca buku Bustanussalatin yang dikarang pada masa pemerintahan Sultan Iskandar Muda di Aceh (1607-1636), bisa diketahui bagaimana Taman Ghairah, atau Taman Raja-raja yang megah itu ditata berdasarkan ciri-ciri atau sifat-sifat dari keseratus jenis vegetasi yang ada dalam buku tersebut. Tradisi

merancang ruang luar berdasarkan nilai-nilai simbolik vegetasi terlihat sudah ada sejak jaman dulu. Adalah sangat baik, bila arsitek dalam merancang tapak mulai melihat kembali sejarah di kala vegetasi dianggap penting tidak saja dari segi manfaat-manfaat fisiknya, tapi juga berbagai nilai simboliknya.

3.6. Peta Vegetasi

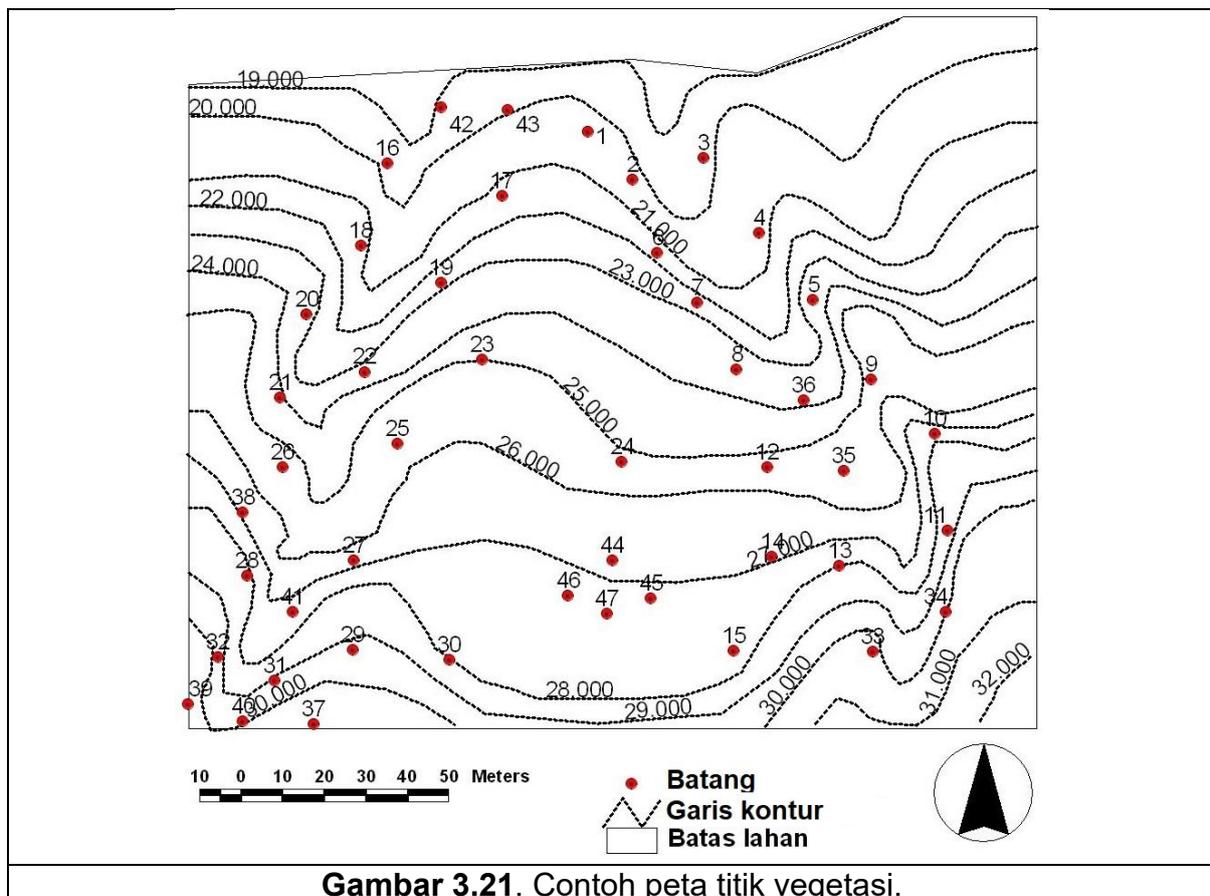
Setelah mengetahui berbagai atribut atau sifat vegetasi, selanjutnya semua vegetasi yang ada pada tapak perlu dipetakan. Peta vegetasi pada dasarnya proses inventarisasi tanaman yang ada pada tapak. Peta inventarisasi vegetasi bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS). Ada dua hal utama yang harus ada dalam sebuah peta vegetasi berbasis GIS. Pertama ialah peta persebaran vegetasi. Dalam peta tersebut, tiap vegetasi dianggap sebagai titik entitas. Bagian kedua ialah tabel atribut masing-masing entitas vegetasi. Bila menggunakan GIS ESRI, biasanya peta tersebut tersimpan pada file gambar berformat shx, sedang tabel atribut disimpan pada file berformat dbf.

Dalam peta GIS, setiap entitas vegetasi disebut *shape* dengan entitas titik atau *point*. Dalam tabel atribut tiap titik berada di bawah *heading shape*. Setiap meletak sebuah titik pada peta GIS, tabel atribut akan bertambah satu baris. Setiap kolom dalam tabel atribut mewakili suatu atribut atau variabel yang menjadi sifat tertentu dari entitas titik vegetasi. Pada awalnya, sebelum atribut tertentu ditambahkan ke dalam tabel atribut, hanya ada dua kolom dalam tabel tersebut. Kolom pertama ber-*heading shape*, dan baris di bawahnya berisi *point*, kolom kedua berisi ID atau nomor induk vegetasi. Tiap *point* adalah satu titik vegetasi yang telah digambarkan ke dalam peta GIS. Selanjutnya tabel atribut bisa dikembangkan dengan menambah kolom-kolom atribut yang relevan dengan vegetasi yang dipetakan. **Gambar 3.21** adalah contoh peta GIS yang sudah diisi dengan titik-titik vegetasi. **Tabel 3.1** memperlihatkan contoh tabel atribut titik-titik vegetasi yang ada pada Gambar 3.21.

Dalam Tabel 3.1 terdapat atribut-atribut vegetasi yang telah diterangkan di atas. Sebagai contoh, kolom pertama berisi nama setempat dan kolom ke dua berisi nama latin vegetasi. Kolom ketiga berisi absisa (X) dan ordinat (Y) titik vegetasi. Kolom selanjutnya berisi tinggi (t), tinggi batang (tb), diameter kanopi (dk), jenis akar (ja), jenis daun (jd) dan kedalaman akar (ka). Kolom pertama dan kedua berisi data *string* atau teks. Absisa (X), ordinat (Y), t, tb, dan dk adalah data numerik. Atribut ja dan jd adalah variabel string. Nilai X dan Y dalam contoh pada Gambar 3.21 dan Tabel 3.1 dihitung relatif terhadap titik (0,0) GIS. Bila diperlukan untuk suatu tujuan tertentu seperti perhitungan jumlah karbon yang tersimpan di dalam vegetasi, bisa ditambahkan atribut lain seperti rumus *allometri* untuk menghitung jumlah karbon setara tiap vegetasi dalam peta (Siregar, 2012). Dalam kasus lain, dari atribut dk bisa dihitung luasan tapak yang tertutup oleh kanopi vegetasi.

Peta vegetasi bisa berisi berbagai *layer* atau *theme*. Tiap *layer* mempunyai tabel atributnya sendiri. Sebagai contoh, *layer* pertama adalah peta titik-titik vegetasi yang telah diterangkan di atas. Tabel atribut peta titik-titik vegetasi berisi variabel-variabel dasar yang telah diterangkan di atas. Berdasarkan *layer* titik-titik vegetasi tersebut bisa dibuat *layer* lain yang berupa peta kanopi vegetasi. **Gambar 3.22** memperlihatkan contoh peta kanopi titik-titik vegetasi pada Gambar 3.21. Dalam peta kanopi tersebut diasumsikan bahwa kanopi tiap vegetasi ialah bundar dan titik pusat bundaran kanopi adalah titik-titik vegetasi pada Gambar 3.21.

Selanjutnya bisa juga dibuat peta akar, yang dengan asumsi bahwa akar berbentuk lingkaran dengan titik pusat sama dengan titik vegetasi, secara garis besar peta akar akan sama dengan peta kanopi. Tapi bila diasumsikan diameter akar sama dengan 1.5 kali dk, maka lingkaran-lingkaran akar pada peta akar akan terlihat lebih besar daripada lingkaran-lingkaran kanopi pada peta kanopi. Peta kanopi bisa juga digambarkan berdasarkan t. Dari nilai t tiap titik vegetasi bisa dibuat rangking tinggi vegetasi. Rangking tersebut selanjutnya bisa menjadi dasar warna bagi peta kanopi. **Gambar 3.22** memperlihatkan peta kanopi berupa simbol yang berdasarkan rangking tinggi vegetasi. Sebagai contoh, kanopi pohon yang lebih gelap adalah vegetasi yang lebih tinggi daripada vegetasi dengan kanopi yang lebih terang. Hal yang sama bisa dilakukan dengan peta akar dengan rangking yang dibuat berdasarkan kedalaman akar (kd).



Gambar 3.21. Contoh peta titik vegetasi.

3.7. Analisis Ketersediaan Tapak untuk Bangunan

Tidak semua bagian sebuah tapak berguna untuk pembangunan dan harus dibiarkan tetap dalam bentuk aslinya. Sebagai contoh, bangunan dari tapak yang bertopografi dengan kemiringan di atas 15% karena rawan longsor dan *runoff* yang relatif deras disarankan untuk tidak dibangun. Demikian juga topografi yang berupa cekungan, tempat *runoff* berkumpul juga disarankan tidak digunakan untuk meletakkan bangunan. Walaupun pada bagian tapak yang terjal harus diletakkan bangunan, akan memerlukan penyelesaian khusus yang memerlukan usaha dan

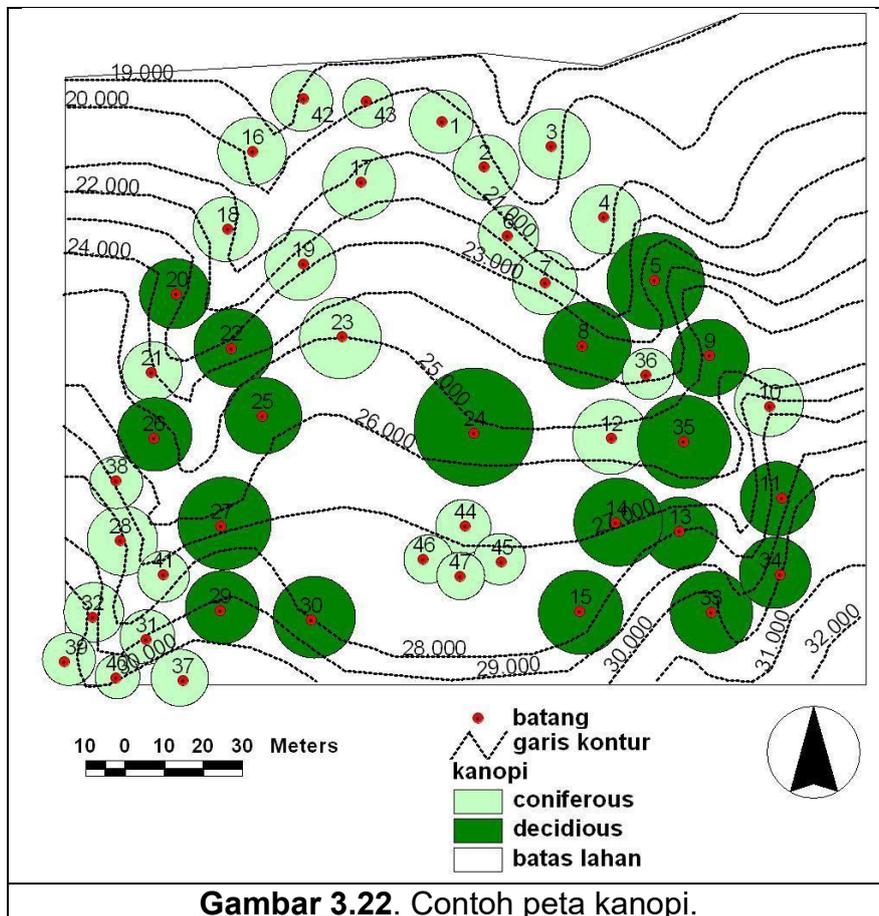
biaya yang relatif lebih tinggi dari biasanya. Demikian juga bagian tapak yang bervegetasi padat harus dijaga agar tetap lestari. Vegetasi yang berbentuk pohon besar adalah suatu hasil dari proses yang panjang. Selain itu, pohon-pohon dewasa yang besar bisa dikatakan sebagai “gudang” bagi gas karbon atau gas rumah kaca lainnya. Bila pohon seperti itu ditebang, ber ton-ton gas tersebut akan diemisikan kembali ke alam. Oleh karena itu bila tidak ada tujuan yang bersifat terpaksa penebangan pohon tentu harus dihindarkan. Pembangunan harus dilakukan di bagian dari tapak yang tidak mempunyai vegetasi yang telah menyimpan gas karbon yang tinggi. Arsitek harus bisa melihat di mana saja pada tapak yang tidak ditumbuhi vegetasi seperti itu.

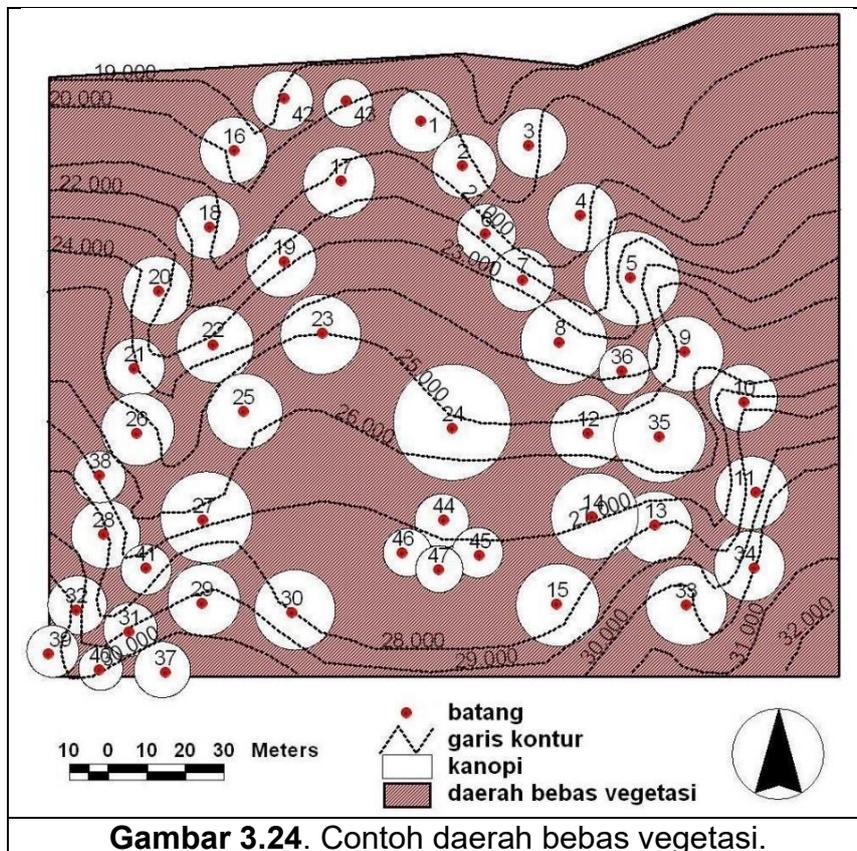
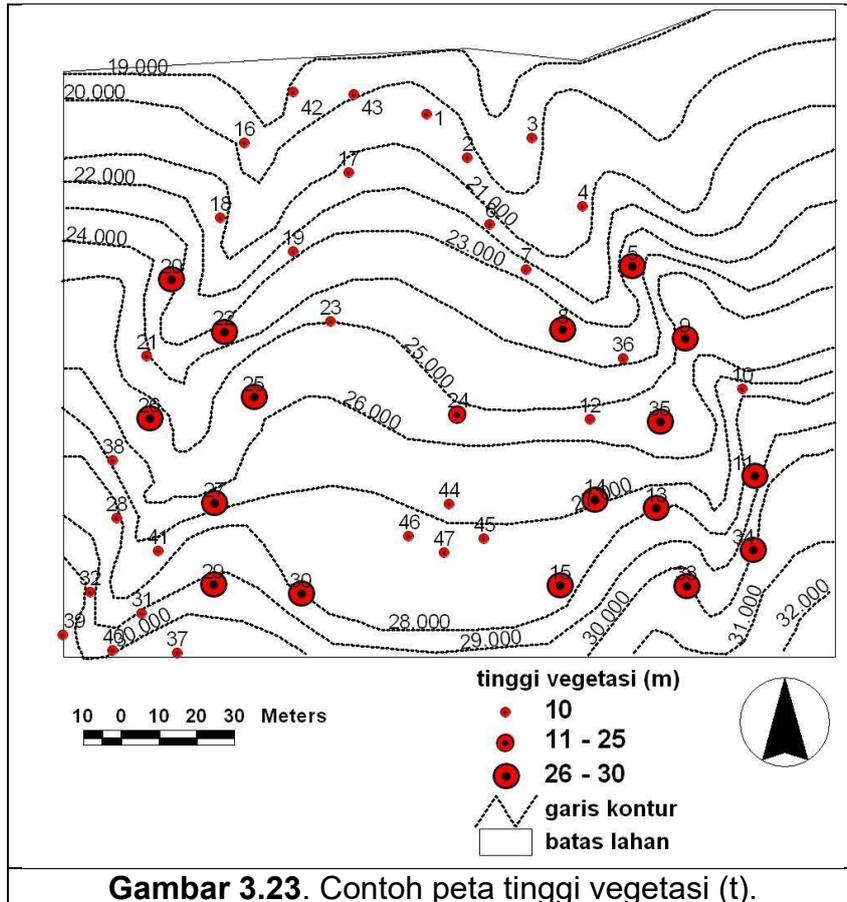
Tabel 3.1. Sebagian dari tabel atribut peta pada Gambar 3.12.

ID	X	Y	JENIS	NAMA LOKAL	NAMA LATIN	TINGGI
1	95.78	-27.51	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
2	106.56	-38.92	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
3	123.67	-33.85	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
4	136.98	-51.91	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
5	149.97	-68.07	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
6	112.58	-56.66	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
7	122.08	-68.70	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
8	131.59	-84.86	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
9	163.91	-87.40	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
10	179.12	-100.39	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
11	182.29	-123.84	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
12	138.88	-108.63	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
13	156.30	-132.39	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
14	140.14	-130.17	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
15	130.96	-152.99	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30
16	47.62	-35.11	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
17	75.19	-43.04	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
18	41.28	-55.08	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
19	60.61	-63.95	coniferous	Cemara	Casuarina equisetifolia	10
20	28.29	-71.55	decidious	Mahoni	Swietania macrophylla	30

Pada prinsipnya rancangan tapak harus sesedikit mungkin menebang vegetasi yang ada di tapak. Dengan memanfaatkan peta vegetasi, arsitek dapat mengidentifikasikan ruang-ruang pada tapak yang menjadi tempat vegetasi tumbuh. Dengan demikian arsitek bisa mengetahui bagian mana saja dari tapak yang tidak terdapat titik vegetasi. Selain titik vegetasi, sebuah vegetasi mempunyai suatu kawasan yang penting bagi pertumbuhannya yang berbentuk area *drip-line* dan area pertumbuhan akar seperti yang telah diterangkan di atas. Oleh karena itu arsitek juga bisa memanfaatkan peta kanopi dalam merencanakan dan merancang tapak sehingga tidak konflik dengan bangunan.

Dengan memanfaatkan peta vegetasi, arsitek bisa melihat bagian mana dari tapak yang tidak menjadi kawasan tumbuh vegetasi. **Gambar 3.24** memperlihatkan peta dari bagian tapak yang tidak digunakan oleh vegetasi. Bagian tapak seperti itu bisa dianggap sebagai bagian yang boleh dibangun untuk berbagai fasilitas manusia lainnya. Bila diperlukan, dengan memanfaatkan peta vegetasi, bisa juga ditentukan vegetasi-vegetasi tertentu yang harus dipindah atau disingkirkan. Dengan memanfaatkan peta vegetasi juga bisa dipikirkan bagian mana dari tapak yang perlu diisi dengan vegetasi baru. Biasanya penambahan vegetasi baru dilakukan dengan tujuan untuk memperkuat ruang yang sudah terbentuk oleh vegetasi eksisting. Tambahan vegetasi baru juga bisa dilakukan bila dibutuhkan suatu perkuatan lereng yang terjal dari bahaya longsor. Dalam hal ini bisa saja dibuat peta akar berdasarkan dimensi kanopi dan jenis vegetasi serta akar. Seperti yang telah diterangkan di atas, vegetasi berakar serabut lebih efektif melindungi tanah dari erosi daripada vegetasi berakar tunjang.





3.8. Penutup

Vegetasi ada di bumi ini jauh sebelum manusia muncul. Hampir dapat dikatakan bahwa tidak ada tapak yang tidak bervegetasi. Jadi dapat disimpulkan bahwa semua rancangan serba sedikit akan menghadapi vegetasi, baik sebagai masalah yang harus diselesaikan maupun sebagai potensi yang harus dimanfaatkan dalam rancangan tapak. Bab ini membahas tentang manfaat vegetasi baik dalam membentuk ruang, mengatasi iklim, dan menjadi simbol dari suatu idealisme. Banyak contoh yang diberikan terkait manfaat vegetasi tersebut dengan harapan dapat menjadi pengetahuan dan sumber inspirasi bagi mahasiswa dan pembaca pada umumnya dalam merancang tapak. Semoga informasikan tentang vegetasi yang telah diterangkan dalam bab ini bisa menjadi dasar bagi pembaca untuk mengembangkan rancangan tapak yang lebih responsif terhadap vegetasi.

Selanjutnya dalam bab ini juga dibahas bagaimana membuat berbagai peta yang menyangkut vegetasi dan memanfaatkan peta-peta itu untuk menentukan kelayakan tapak bagi pembangunan. Contoh peta vegetasi yang diterangkan dalam bab ini dapat dianggap bersifat mendasar, dan tentu saja masih terbuka untuk dibuat peta yang lebih lengkap. Sebagai contoh, peta vegetasi yang dibuat walaupun mengandung informasi keruangan, masih bersifat dua dimensi. Perlu dikembangkan peta vegetasi yang bersifat tiga dimensi, sehingga peta vegetasi yang diterangkan dalam bab ini lebih bisa sesuai dengan kebutuhan arsitek dalam merancang tapak.

Walau telah menerangkan berbagai aspek yang menyangkut vegetasi, bab ini belum membahas interaksi antara vegetasi dengan berbagai aspek tapak seperti kontur dan komponen tapak lainnya. Kalaupun hendak dikembangkan, mungkin diperlukan suatu bab khusus tentang cara menganalisa tapak dalam bentuk interaksi berbagai elemen tapak seperti vegetasi, topografi, iklim mikro dan lain-lain. Dengan demikian bab ini dapat lebih disempurnakan lagi. Inshaallah.

Soal Latihan

Sebagai penutup bab, dan dengan maksud agar berbagai hal tentang vegetasi yang telah diterangkan dalam bab ini bisa lebih dimengerti oleh pembaca, silakan kerjakan beberapa soal Latihan berikut ini.

1. Pilih satu kasus tapak yang nyata untuk dilakukan inventarisasi terhadap vegetasi yang ada pada tapak tersebut.
2. Catat semua sifat vegetasi yang ada seperti tinggi, diameter kanopi dan lain-lain. Buat tabel Excel untuk menjadi database vegetasi di tapak yang telah dipilih.
3. Dengan memanfaatkan aplikasi GIS seperti Arcview, buat peta vegetasi, peta ketersediaan tapak bagi pembangunan terkait dengan vegetasi yang ada pada tapak.
4. Berdasarkan peta-peta pada soal 3 di atas, tentukan kira-kira di bagian mana dari tapak yang bisa digunakan sebagai tempat meletakkan bangunan.

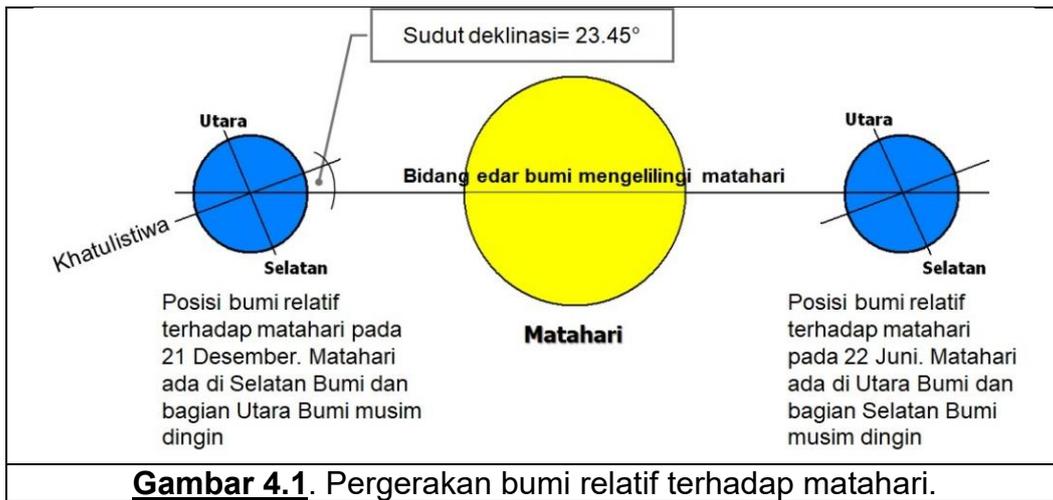
Selamat berlatih, terimakasih.

Bab 4. ANALISA PERGERAKAN MATAHARI

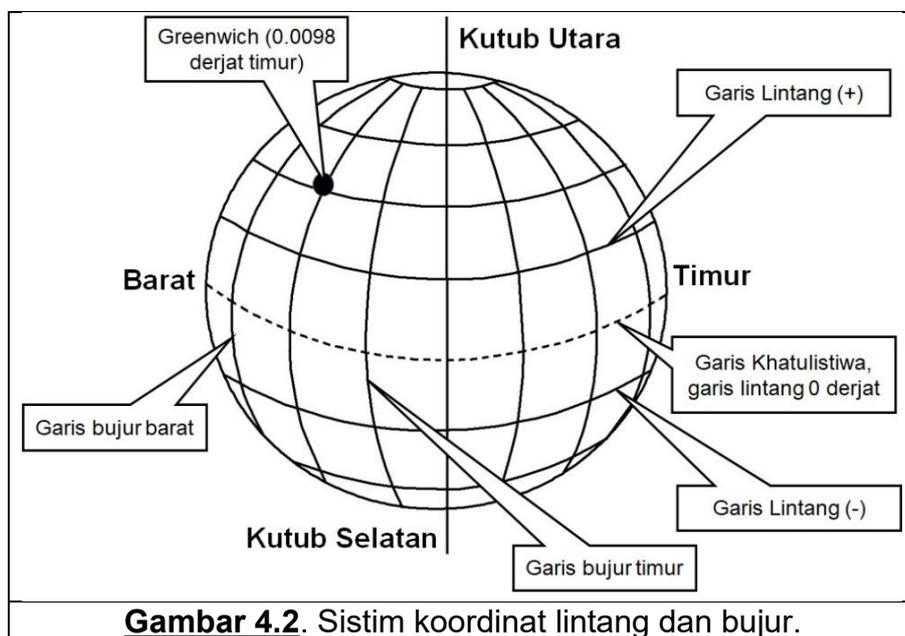
Matahari adalah sumber energi bagi bumi tempat kita hidup. Energi berbentuk radiasi panas atau *thermal radiation* harus dibatasi karena berbahaya bagi manusia seperti menyebabkan kanker kulit dan berbagai penyakit lainnya. Tapi dari sisi lain, radiasi yang dipancarkan oleh matahari ke bumi bisa dimanfaatkan sebagai energi yang terbarukan. Energi matahari adalah sejenis energi yang dibutuhkan oleh manusia. Karena berbahaya, manusia perlu perlindungan dari radiasi yang dipancarkan oleh matahari, tapi radiasi tersebut juga sekaligus suatu alternatif energi yang dibutuhkan oleh manusia. Untuk itu arsitek perlu tahu tentang pergerakan matahari (Sari et al., 2017)

Semua objek di alam ini bergerak sesuai dengan orbit dan rotasinya. Orbit adalah gerakan melingkar suatu benda mengelilingi benda lain. Rotasi ialah gerakan memutar suatu benda mengelilingi sumbu dari benda tersebut. Matahari berotasi, bumi bergerak mengorbit matahari, sesuai dengan rotasi matahari. Bumi juga berotasi relatif terhadap sumbunya. Sumbu tersebut membentuk sudut deklinasi 23.45° terhadap bidang orbit bumi mengitari matahari. **Gambar 4.1** memperlihatkan pergerakan bumi relatif terhadap matahari (Kalogirou, 2012). Manusia di bumi melihat matahari yang bergerak relatif terhadap bumi. Misalnya secara manusiawi kita melihat matahari terbit dari timur dan bergerak hingga terbenam ke barat. Tapi sebenarnya bumi yang berotasi dan mengorbit matahari. Pergerakan matahari (lebih tepatnya pergerakan bumi mengelilingi matahari) dan rotasi bumi menimbulkan variasi iklim di bumi. Aspek iklim dalam bab ini dianggap sebagai salah satu komponen alam yang perlu diperhatikan dalam perancangan tapak. Tapi sebelum membahas pergerakan matahari, perlu dijelaskan terlebih dahulu bentuk sistim koordinat yang dipakai untuk mencatat posisi matahari relatif terhadap bumi dari waktu ke waktu.

Ada dua sumbu koordinat yang digunakan untuk mencatat pergerakan matahari. Pertama ialah sumbu lintang. Sumbu ini adalah garis yang mengelilingi bumi sejajar dengan garis khatulistiwa. Sumbu lintang pada dasarnya sebuah lingkaran yang mengelilingi bumi dengan posisi nol berada di khatulistiwa. Kemudian bidang yang dibentuk garis lintang dibagi menjadi sudut-sudut dari 0 derajat di Greenwich hingga 360 kembali ke Greenwich. **Gambar 4.2** memperlihatkan sistim koordinat tersebut. Sering lintang utara dianggap positif dan lintang selatan dianggap negatif. Sebagai contoh, Jakarta terletak pada $6^\circ 10'$ Lintang Selatan (LS) dan $106^\circ 49'$ Bujur Timur (BT). Posisi $6^\circ 10'$ Lintang Selatan terkadang disebut $-6^\circ 10'$ (PEMERINTAH.NET, 2014)



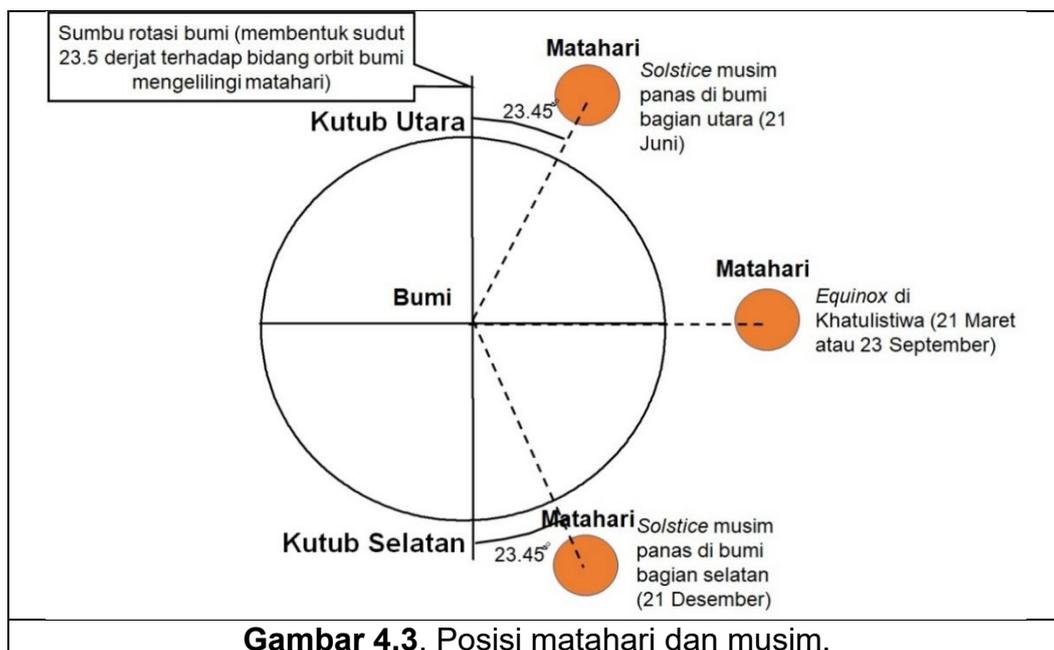
Sistim koodinat kedua disebut bujur yang merupakan garis yang tegak lurus dengan garis lintang. Bujur juga pada dasarnya sebuah lingkaran. Umumnya bagian atas bujur adalah Laut Artika yang ada di Kutub Utara. Berlawanan arah dengan itu, bagian paling bawah bujur adalah Benua Antartika di Kutub Selatan. Titik 0 bujur adalah khatulistiwa. Garis bujur yang membentang dari utara ke selatan dimulai dari bujur 0 yang melewati kota Greenwich di Inggris. Garis yang terletak di sebelah timur Greenwich disebut bujur timur. Sebagai contoh, Jakarta terletak di 106° 49' Busur Timur (BT) karena berada di sebelah timur Greenwich (Timár dan Molnár, 2013).



Posisi matahari dilihat dari permukaan bumi berubah dengan waktu. Pada saat betapak utara bumi seperti Eropah dan daratan China berada di musim dingin, berarti matahari berada di sebelah selatan bumi. Sebaliknya di kala betapak utara bumi sedang musim panas, matahari sedang berada di sebelah utara bumi dan betapak selatan bumi seperti benua Australia sedang musim dingin (**Gambar 4.3**). Matahari berada tepat di khatulistiwa pada tanggal 21 bulan Maret dan tanggal 23 September.

Equinox adalah waktu di kala matahari tepat di atas khatulistiwa (Maret dan September). Jadi setiap tahun ada dua kali *Equinox* (McNamee, 2014). Pada bulan Maret tanggal 21, matahari mulai bergerak dari khatulistiwa ke arah utara sampai bulan Desember tanggal 21 di kala matahari mulai bergerak kembali ke arah selatan. Musim panas di betapak utara bumi terjadi antara 21 Maret dan 23 September. Pada tanggal 21 Maret, matahari akan berada kembali di atas khatulistiwa dan menuju ke bumi bagian selatan hingga bulan Juni tanggal 21 sebelum bergerak kembali ke arah utara. Tanggal 21 Desember dan 21 Maret dikenal sebagai *Solstice*. Bumi bagian selatan mengalami musim panas antara 21 Maret dan 21 Desember (McNamee, 2014).

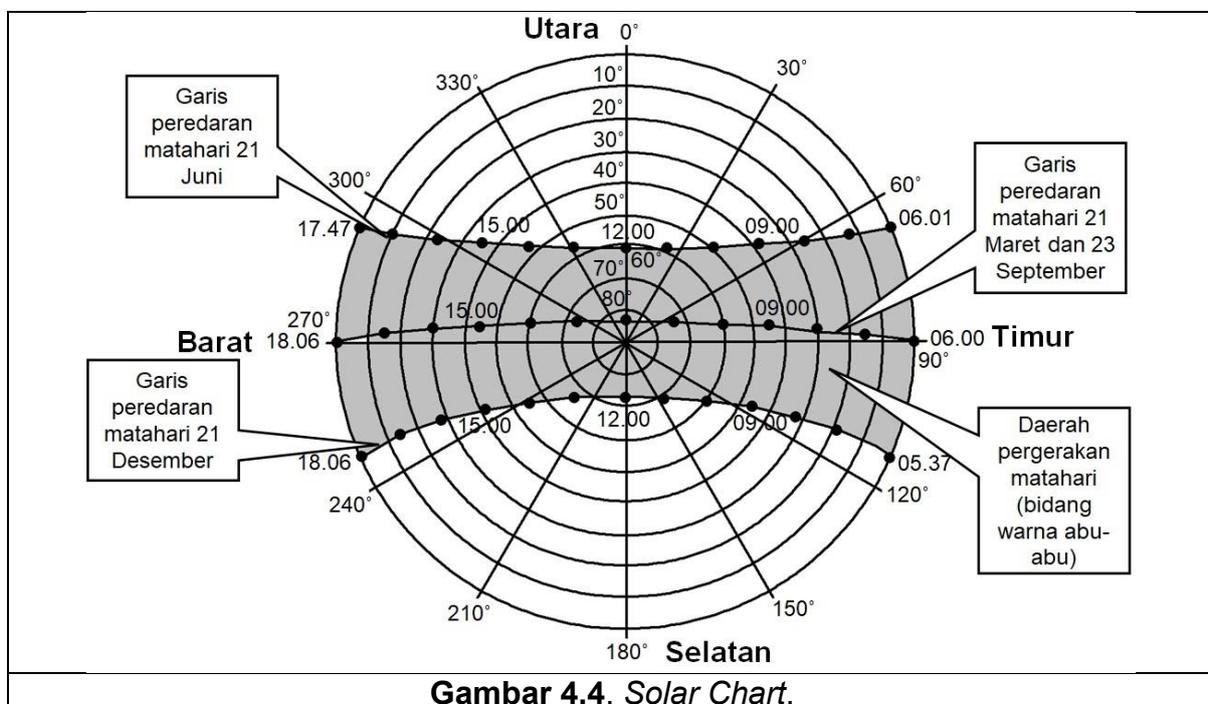
Radiasi matahari yang diterima oleh suatu permukaan di bumi sangat tergantung pada sudut datangnya radiasi tersebut. Di kala *Equinox*, bumi di sekitar khatulistiwa mendapat radiasi matahari tertinggi dibandingkan bagian lain di permukaan bumi. Hal ini disebabkan karena posisi matahari berada tepat di atas khatulistiwa sehingga arah radiasi tegak lurus dengan permukaan bumi. Akibat pergerakan matahari, suhu di permukaan bumi bervariasi dari tempat ke tempat. Variasi ini menyebabkan pergerakan udara dari daerah yang lebih panas ke daerah yang relatif dingin. Pergerakan udara yang disebut angin menyebabkan perbedaan distribusi spasial kelembaban, yang selanjut membuat hujan di suatu tempat tapi kering di tempat lain. Variasi kondisi udara karena variasi radiasi yang disebabkan pergerakan matahari inilah yang disebut iklim (Schlaepfer, 2001).



4.1. Solar Chart

Dalam skala mikro, seperti sebuah tapak, selain angin, kelembaban dan suhu udara, peredaran matahari juga menyebabkan perubahan pola bayangan dari bangunan maupun vegetasi. Untuk mengetahui pola bayangan dari bangunan, perlu dihitung *azimuth* dan *altitude* matahari dari waktu ke waktu (Sun Earth Tools, 2012). Berdasarkan *azimuth* dan *altitude* matahari pada waktu dan lokasi tertentu bisa

diperkirakan ke mana bayangan sebuah objek jatuh di permukaan bumi. Untuk menghitung *azimuth* dan *elevasi* datangnya sinar matahari, biasanya digunakan sebuah alat yang disebut *Solar Chart*. **Gambar 4. 4** adalah *Solar Chart*. Pada dasarnya *Solar Chart* mirip dengan proyeksi dari sistim koordinat polar yang telah diterangkan di atas. Bedanya, lingkaran-lingkaran yang menunjukkan *altitude* dan *azimuth* matahari dalam *Solar Chart* bukan proyeksi dari garis busur, tapi bagian dari sumbu utara dan selatan yang dibagi rata antara 0° hingga 90°. *Solar chart* pada dasarnya adalah suatu lingkaran yang dibagi oleh sumbu vertikal dan horizontal. Kedua sumbu itu melewati titik pusat lingkaran yang ada pada *Solar Chart*. Garis pertama ialah sumbu vertikal *Solar Chart*. Titik atas pertemuan sumbu vertikal tersebut dengan lingkaran *Solar Chart* adalah utara. Dan titik yang merupakan pertemuan antara sumbu vertikal tersebut dengan lingkaran *Solar Chart* dan berada di bawah adalah selatan. Sumbu horizontal juga bertemu dengan lingkaran *Solar Chart* pada dua titik. Titik pertemuan yang kiri adalah barat, dan titik yang kanan adalah timur (NOAA, 2012).



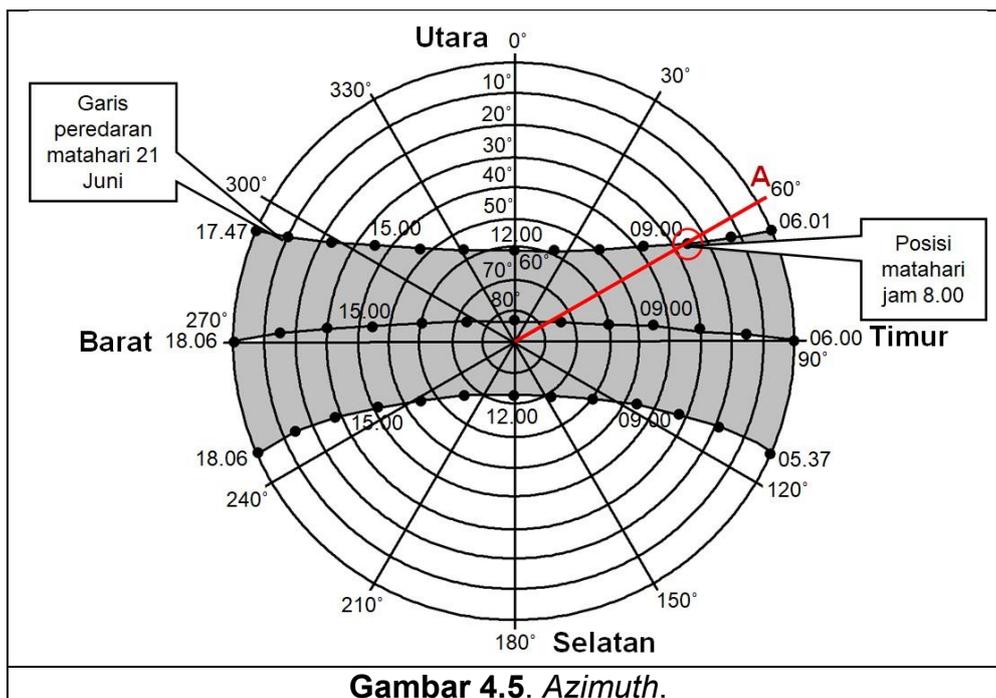
Gambar 4.4. *Solar Chart*.

Pola pergerakan matahari yang ada di *Solar Chart* berubah dari dari satu titik ke titik lainnya di permukaan bumi. *Solar Chart* yang ada di Gambar 4.4 memperlihatkan pola pergerakan matahari di Jakarta (6° 10' Lintang Selatan dan 106° 49' Bujur Timur) sepanjang tahun. Bidang yang berwarna abu-abu pada *Solar Chart* di atas adalah tempat kedudukan garis-garis peredaran matahari tiap jam, tanggal dan bulan tertentu. Bidang pergerakan matahari ini dibatasi di bagian selatan oleh garis peredaran matahari pada tanggal 23 Desember di kala matahari berada di bagian selatan bumi. Pada tanggal tersebut bagian selatan bumi mengalami *Solstice* musim panas dengan siang yang terpanjang dalam setahun. Bagi Jakarta interval tersebut adalah antara jam 05.37 hingga jam 18.06, sepanjang 13 jam 31 menit. Pada bulan antara 23 September hingga 21 Desember matahari berada di selatan Jakarta. Pada interval tersebut, di Jakarta, sisi bangunan yang menghadap selatan akan banyak mendapat sinar matahari daripada sisi lainnya.

Bagian atas bidang pergerakan matahari dibatasi oleh garis peredaran matahari tanggal 21 Juni di kala bagian utara bumi mengalami *Solstice* musim panas setiap tahun. Pada interval waktu antara 21 Maret hingga 21 Juni matahari bergerak ke utara. Bagian utara bumi pada tanggal 21 Juni mengalami *Solstice* musim panas. Pada saat itu di bagian utara bumi mempunyai waktu peredaran matahari yang terpanjang dalam setahun. Bagi Jakarta interval *Solstice* tanggal 21 Juni adalah antara jam 6.01 hingga jam 17.47, sepanjang 11 jam 46 menit. Antara 21 Maret dengan 21 Juni sisi utara bangunan di Jakarta akan mendapat sinar matahari terbanyak.

Pada tanggal 21 Maret atau 23 September matahari tepat berada di atas khatulistiwa. Garis peredarannya disebut *Equinox*. Setiap tahun ada dua kali *Equinox* karena matahari berada tepat di atas khatulistiwa dua kali, 21 Maret dan 23 September. Bagi lokasi yang tepat berada di garis khatulistiwa, garis peredaran matahari pada kedua tanggal tersebut akan tepat berada di sumbu timur-barat *Solar Chart*. Tapi berhubung Jakarta terletak lebih selatan dari garis khatulistiwa (-6° LS) maka garis *Equinox* tersebut lebih cembung ke arah utara. Di kala *Equinox*, panjang siang bagi Jakarta tepat 12 jam antara jam 6.00 hingga jam 18.00. Karena Jakarta terletak di selatan khatulistiwa pada waktu *Equinox*, sisi utara bangunan tetap menerima sinar matahari terbanyak.

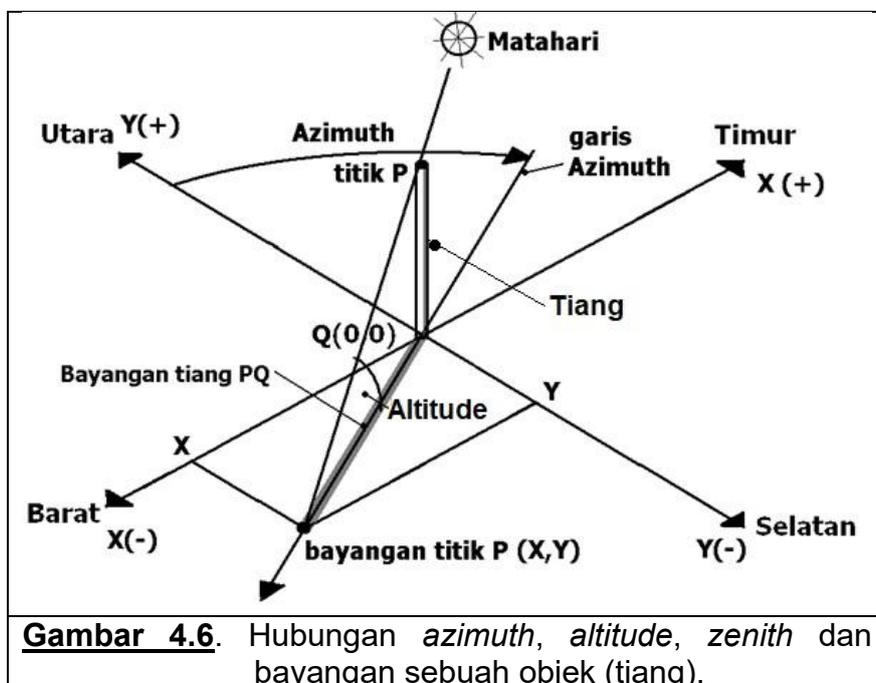
Selain garis peredaran matahari, dari sebuah *Solar Chart* bisa diketahui tiga hal penting untuk menggambarkan bayangan yang disebabkan oleh objek tertentu dari sinar matahari. Pertama ialah sudut horizontal arah datangnya matahari yang disebut *azimuth* (Bikos, 2022). Untuk mendapatkan *azimuth* pada jam dan bulan tertentu, tarik garis dari titik pusat *Solar Chart* ke posisi tertentu matahari hingga berpotongan dengan lingkaran terluar dari *chart* tersebut. Misalnya posisi matahari pada jam 8.00 tanggal 21 bulan Juni, titik potong itu adalah titik A (**Gambar 4.5**). Selanjutnya bisa diketahui sudut *azimuth* yang diukur dari utara (yang dianggap 0°) menuju titik A dan diperoleh sudut *azimuth* sama dengan 60° .



Sudut kedua untuk menggambarkan bayangan yang dibentuk oleh suatu titik adalah *altitude* (Bikos, 2022). Sebagai contoh, *altitude* bisa diketahui dari sudut lingkaran *Solar Chart* di mana matahari berada pada jam 8.00 tanggal 21 Juni. Dari Gambar 4.4, pada waktu yang sama dengan contoh di atas, matahari berada pada lingkaran antara lingkaran 20° dengan lingkaran 30° , kira-kira pada lingkaran 26° . Hal ini berarti *altitude* matahari pada saat itu adalah 26° . Sudut ketiga ialah *zenith*. Sudut ini pada dasar sama dengan 90° dikurang *altitude*. Pada contoh di atas, jam 8.00, tanggal 21 bulan Juni, *zenith* matahari di Jakarta adalah sama dengan 64° .

4.2. Membentuk bayangan dari Hasil Analisa *Solar Chart*

Azimuth pada dasarnya sudut horizontal yang dibentuk antara posisi matahari dengan utara. *Altitude* adalah sudut vertikal yang dibentuk oleh posisi matahari dengan proyeksi objek yang membuat bayangan (Wang, 2017). **Gambar 4.6** memperlihatkan hubungan antara *azimuth*, *altitude* dan *zenith*. Dalam gambar tersebut terlihat sebuah tiang yang digambarkan sebagai objek dalam posisi pertemuan dua sumbu, sumbu utara-selatan dan sumbu timur-barat. Dasar dari tiang untuk sementara dianggap titik (0,0). Kemudian proyeksi horizontal sinar matahari digambarkan sebagai garis yang melalui titik (0,0) dan membentuk sudut *azimuth*. Garis tersebut disebut sebagai garis *azimuth*. Selanjutnya dibuat garis sinar matahari melalui puncak tiang (titik P) dan bersudut sebesar *altitude* dari garis *azimuth*. Pertemuan antara garis *azimuth* dengan garis sinar matahari adalah titik bayangan puncak tiang (bayangan titik P). Bayangan tiang adalah garis antara titik (0,0) dengan bayangan titik P. Panjang bayangan tiang ini sama dengan tinggi tiang/ $\tan(\text{altitude})$.

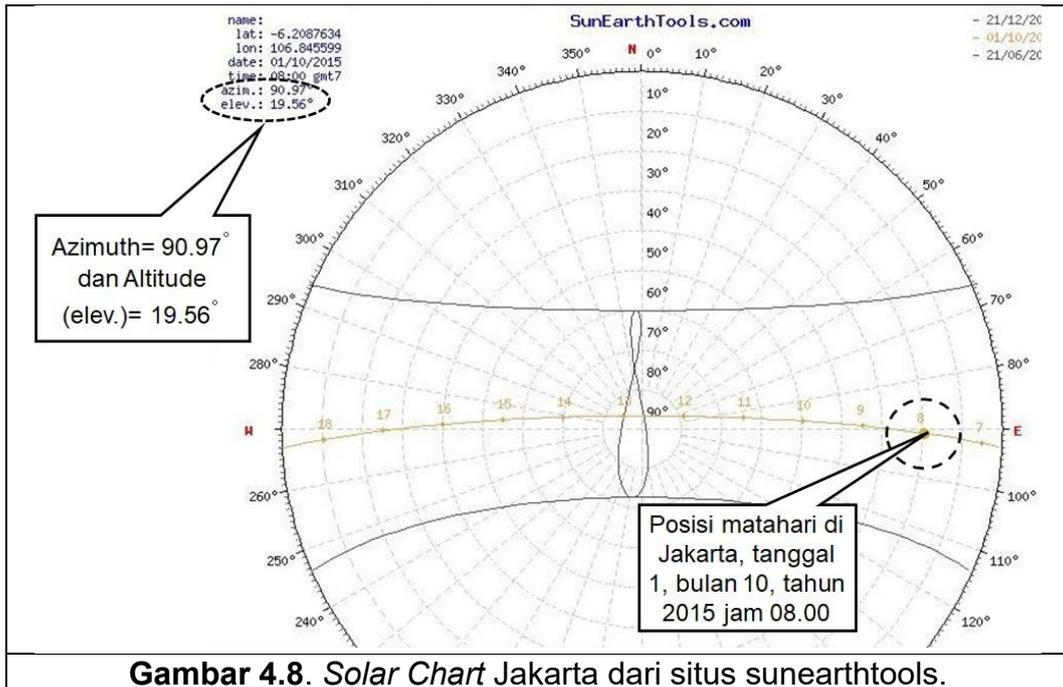


Dalam Gambar 4.6, untuk menggambarkan bayangan sebuah tiang dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tentukan bujur dan lintang posisi tiang itu di permukaan bumi. Misalnya koordinat Jakarta ialah $06^{\circ} 10'$ Lintang Selatan (LS) dan $106^{\circ} 49'$ Bujur Timur (BT).
2. Berdasarkan koordinat tersebut buat *Solar Chart*. Banyak situs gratis yang bisa membuat *Solar Chart* berdasarkan koordinat tertentu. Salah satu situs internet yang gratis ialah [sunearthtools](http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php) dengan links sebagai berikut: http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php. **Gambar 4.7** adalah tampilan dari situs sunearthtools.
3. Dalam sunearthtools lokasi objek bisa ditentukan dengan mengisi koordinatnya. Ada dua format yang bisa digunakan untuk mengisi koordinat. Pertama ialah dengan format desimal derajat, di mana sebuah koordinat satuannya adalah derajat. Kedua ialah format yang menggunakan satuan derajat, menit dan detik.
4. Tapi bila yang kita ketahui adalah kota, misalnya Jakarta, nama kota tersebut bisa diisikan ke kotak *search* dan koordinatnya akan keluar secara otomatis. Sebenarnya setiap pergeseran koordinat akan mempengaruhi bentuk *Solar Chart*. Tapi variasi perubahan *Solar Chart* karena perpindahan titik dalam skala kota bisa diabaikan, untuk semua kota bisa diwakilkan pada satu *Solar Chart* saja. Sebagai contoh, untuk semua bagian Jakarta cukup kita menggunakan *Solar Chart* yang dihasilkan atas dasar koordinat $06^{\circ} 10'$ Lintang Selatan (LS) dan $106^{\circ} 49'$ Bujur Timur (BT), yang pada dasarnya adalah koordinat Monumen Nasional.
5. Selanjutnya isikan tahun, bulan, tanggal, jam, menit dari posisi matahari yang ingin dilihat, dan akan muncul *Solar Chart* seperti pada **Gambar 4.8**. Titik kuning pada *Solar Chart* adalah posisi matahari pada tanggal 1 bulan 10 tahun 2015 di Jakarta dengan *azimuth*= 90.97° dan *altitude*= 19.56° .



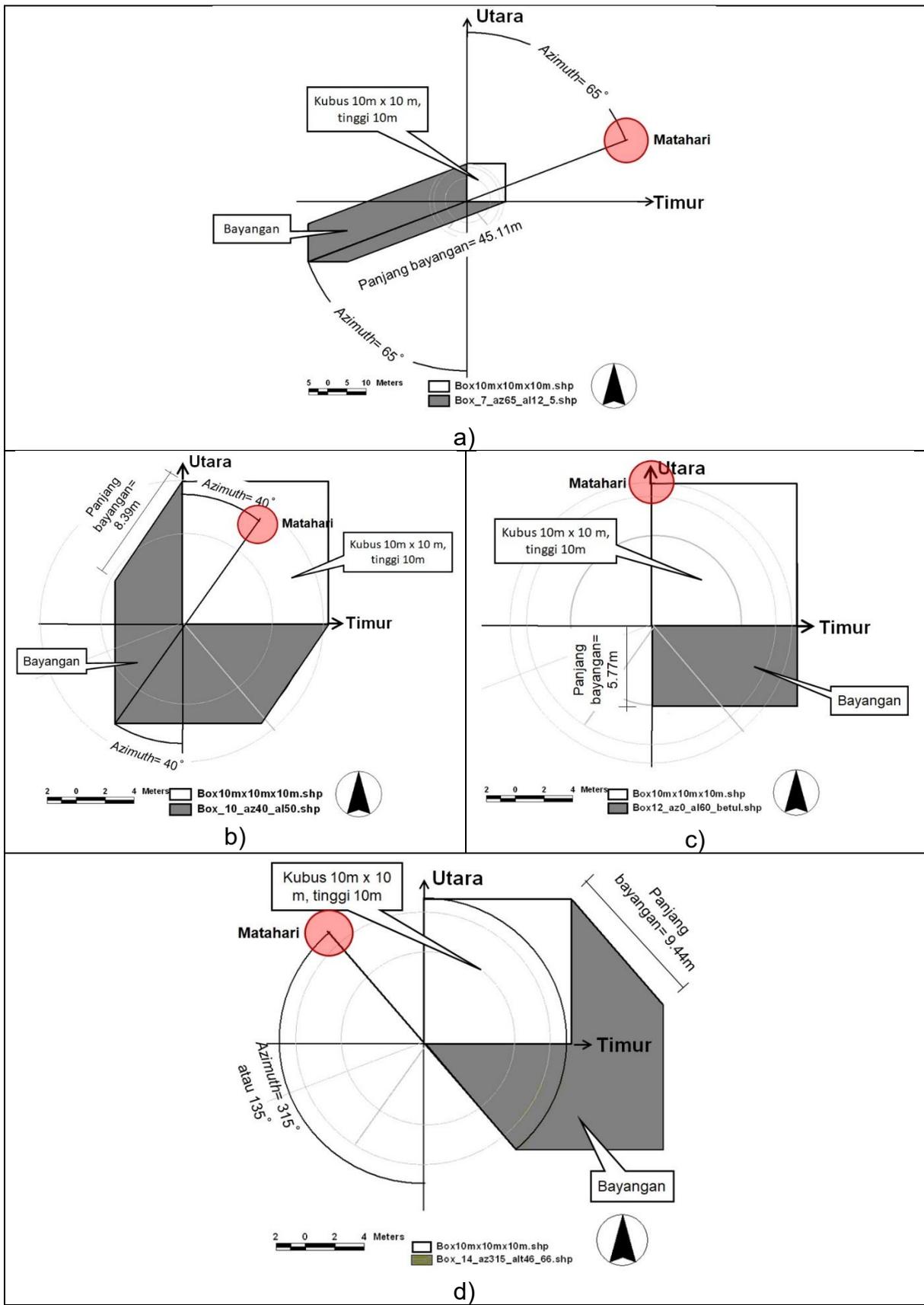
Gambar 4.7. Tampilan situs sunearthtools.



Bila objek yang hendak digambarkan bayangannya pada lokasi (koordinat) tersebut pada Gambar 4.8 adalah sebuah kubus dengan ukuran denah 10 meter kali 10 meter dan dengan tinggi 10 meter, maka bisa dihasilkan bayangan kubus tersebut seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4.9**. Koordinat, bulan, tanggal dan jam di kala bayangan terjadi dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Selain itu pada tabel tersebut juga ada *azimuth*, *altitude*, dan panjang bayangan pada tiap waktu. Pada Gambar 4.9, terlihat di pagi hari bayangan lebih panjang daripada di siang hari (Gambar 4.9a). Di siang hari panjang bayangan lebih pendek dari pada di pagi dan sore hari. Panjang bayangan yang terpendek ialah tepat di tengah hari (jam 12.00, Gambar 4.9c). Kemudian dengan meningkatnya waktu, panjang bayangan kembali memanjang. Misalnya pada jam 14.00, panjang bayangan memanjang dari 5.77 meter (di tengah hari) menjadi 9.44 meter.

Tabel 4.1. Posisi dan parameter-parameter Solar Chart bagi contoh pada Gambar 4.9.

No.	Bulan	Tanggal	Jam	Azimuth	Altitude	Panjang bayangan
1	Desember	21	07.00	65	12.5	45.11
2	Desember	21	10.00	40	50.0	8.39
3	Desember	21	12.00	0	60.0	5.77
4	Desember	21	14.00	315	46.7	9.44



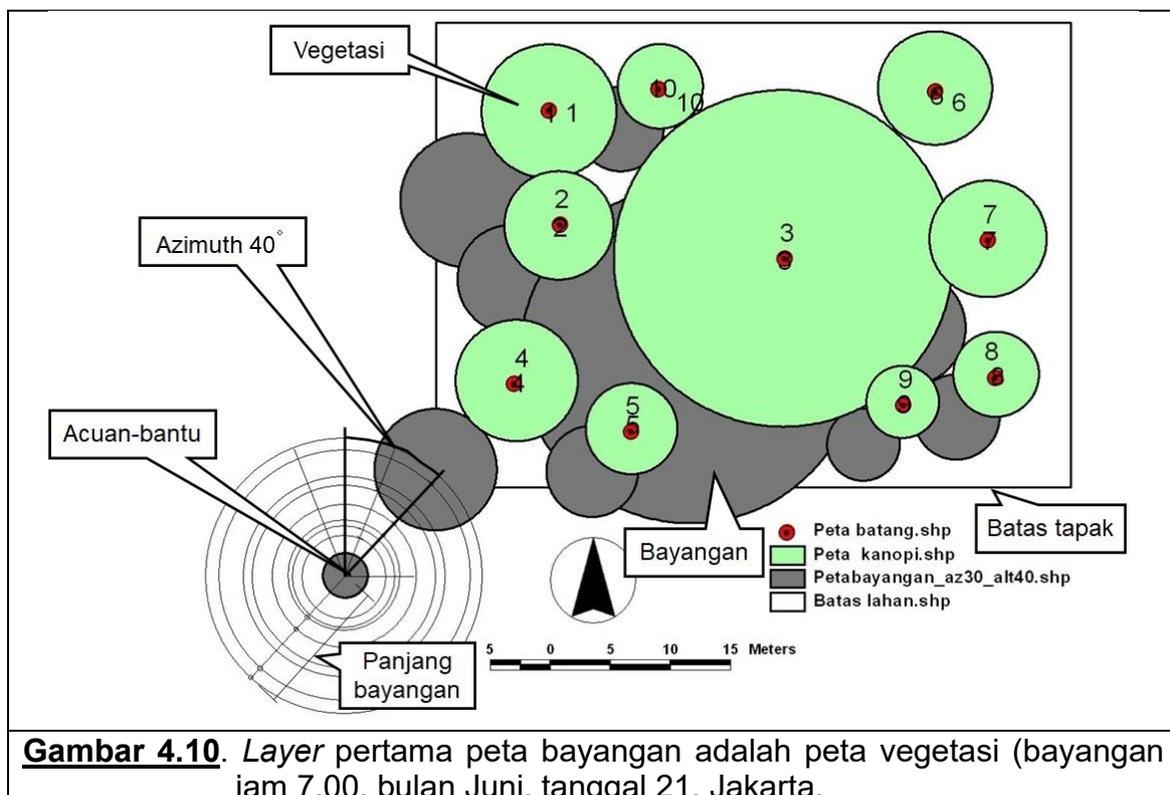
Gambar 4.9. Bayangan kubus 10m x 10m x 10m sesuai dengan *azimuth* dan *altitude* yang ada pada *Solar Chart* di Gambar 4.8.

4.2. Peta Bayangan

Keterangan di atas tentang *Solar Chart* bisa dimanfaatkan untuk menggambar bayangan sebuah objek dan belum menggambarkan bayangan banyak objek ke dalam peta yang disebut peta bayangan. Manfaat peta bayangan ada dua. Pertama ialah untuk mengetahui objek mana saja yang memberi perlindungan dari matahari. Jadi tujuannya ialah untuk menghindari dari dampak negatif radiasi matahari. Tujuan kedua ialah untuk bisa melihat bagian dari tapak yang terekspos secara optimum terhadap matahari sehingga bisa memanfaatkan radiasi matahari seoptimum mungkin. Misalnya dalam memilih tempat yang tepat di tapak untuk meletakkan solar panel sehingga bisa mendapat energi matahari seoptimal mungkin (Kochmarev, 2020).

Sama dengan pembuatan peta vegetasi, membuat peta bayangan bisa juga menggunakan bantuan perangkat lunak GIS. *Layer* pertama akan berisi objek yang akan digambarkan bayangannya. Misalnya pepohonan yang ada di peta vegetasi bisa dianggap sebagai *layer* pertama. Selanjutnya tiap *layer* atau *theme* GIS bisa dibuat untuk menggambarkan bayangan pohon-pohon dalam peta vegetasi pada suatu saat tertentu. Selanjutnya bayangan kanopi setiap pohon ditranslasikan ke titik sejauh tinggi vegetasi/tangen(*altitude*) ke arah sudut *azimuth* pada waktu dan lokasi tertentu. Untuk mengurangi kerumitan perhitungan, topografi dianggap datar.

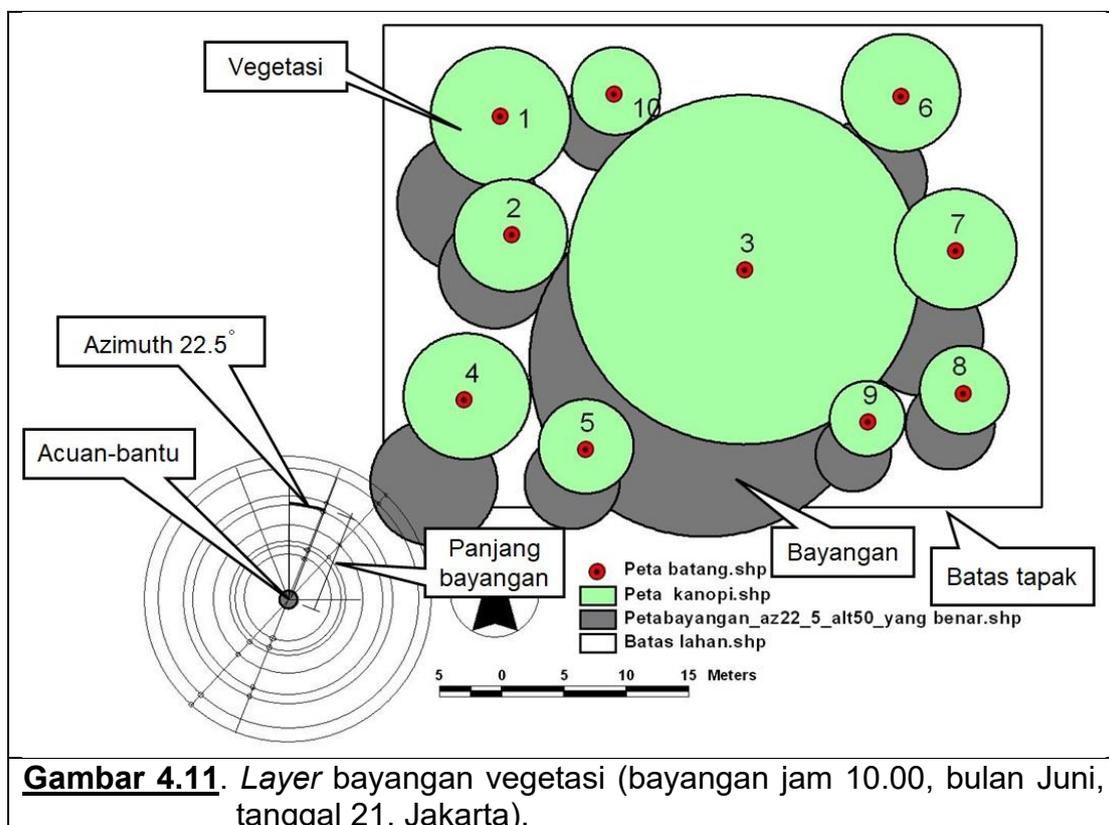
Pada **Gambar 4.10** lingkaran-lingkaran adalah peta vegetasi awal sebelum ada bayangan. Peta ini dianggap sebagai *layer* terdepan. Tabel atributnya paling sedikit harus mengandung variabel tinggi vegetasi. Hal ini karena panjang bayangan vegetasi adalah tinggi vegetasi dibagi dengan tangen sudut *altitude* (Austen, 2020). Selanjutnya dibuat *layer* berikutnya yang berisi bayangan vegetasi pada waktu tertentu.

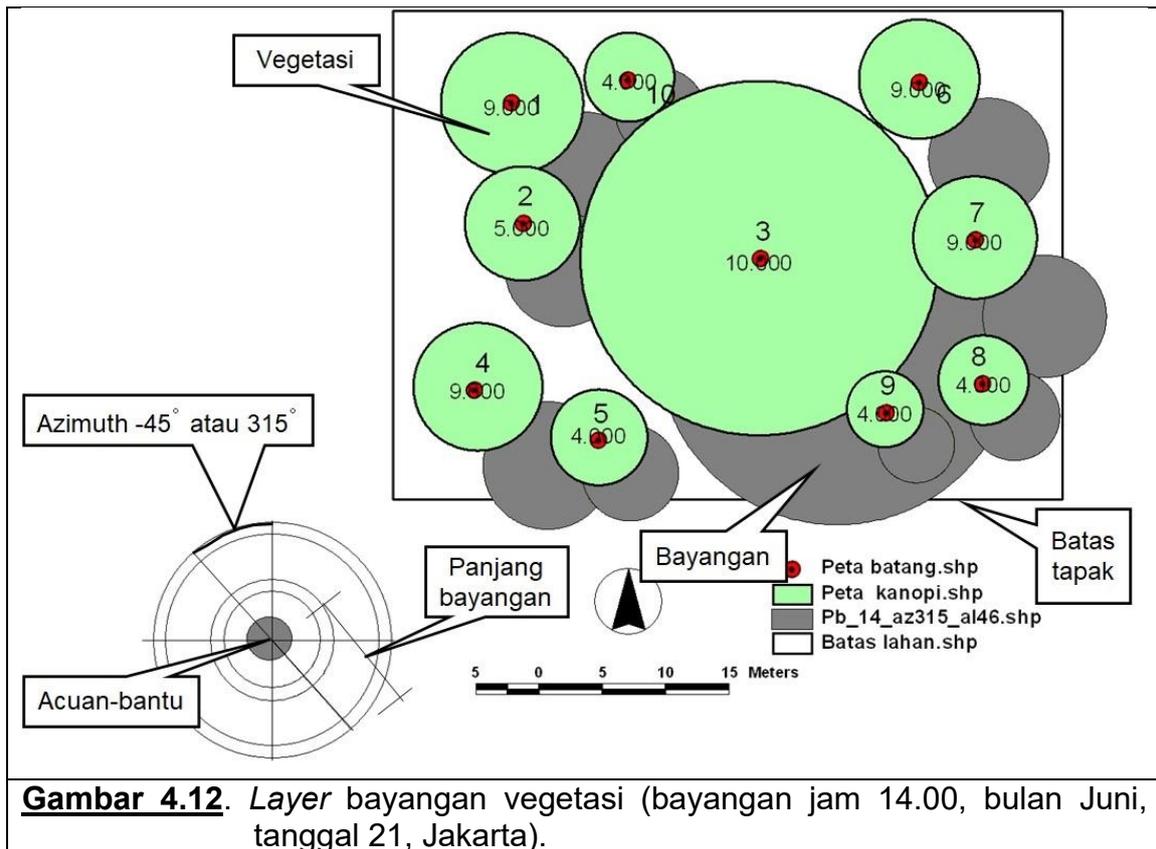


Gambar 4.10. *Layer* pertama peta bayangan adalah peta vegetasi (bayangan jam 7.00, bulan Juni, tanggal 21, Jakarta).

Untuk membuat layer bayangan, dapat dilakukan beberapa Langkah sebagai berikut:

1. Buat *layer* peta vegetasi, *start editing*. Kemudian buka tabel atribut *layer* tersebut. Pada tabel atribut *layer* pertama, pilih vegetasi, dimulai dengan vegetasi dengan tinggi yang paling kecil. *Copy* (Ctrl C) vegetasi-vegetasi yang dipilih.
 2. *Start edit layer/ theme* bayangan. Lakukan *paste* (Ctrl V), dan pada layer bayangan akan muncul vegetasi dengan tinggi tertentu. Jangan lupa melakukan *safe project*.
 3. Langkah berikutnya buat suatu acuan-bantu yang terletak di bawah peta. Acuan-bantu ini berisi satu vegetasi bantuan dan arah pergeseran vegetasi itu yang sesuai dengan *azimuth* dan panjang bayangannya. Untuk menghitung panjang bayangan, bagi tinggi vegetasi(t) dengan tangen (*altitude*).
 4. Selanjutnya pada *layer* bayangan semua vegetasi yang ada di pilih kembali (bisa menggunakan tabel atribut atau langsung di *layer* bayangan menggunakan *mask*),
 5. Bawa pilihan tersebut sehingga pusat kanopi vegetasi acuan berada di ujung panjang bayangannya. Dengan demikian semua kanopi dengan tinggi tertentu yang terpilih berdasarkan tingginya berubah menjadi bayangan.
- Gambar 4.10** hingga **Gambar 4.12** memperlihatkan peta bayangan untuk jam 7.00, 10.00 dan jam 14.00, bulan Desember, tanggal 21 di Jakarta.





4.3. Penutup

Bab ini membahas mulai dari pergerakan matahari hingga peta bayangan. Untuk memahami pergerakan matahari, pembaca perlu memahami pola rotasi, orbit dan sudut antara aksis bumi dengan bidang rotasinya terhadap matahari. Semua parameter itu menyebabkan terjadinya variasi iklim dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat di permukaan bumi. Selanjutnya dalam bab ini juga dibahas tentang *Solar Chart* yang pada dasarnya gambar yang memperlihatkan pola pergerakan matahari, juga dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat. Untuk itu dibahas juga parameter-parameter yang bisa dilihat dari sebuah *Solar Chart* seperti *azimuth*, *altitude* dan *zenith*.

Selanjutnya, dalam bab ini dibahas juga pembuatan bayangan sebuah objek dengan memanfaatkan *azimuth*, *altitude* dan *zenith*. Di akhir bab juga di bahas tentang pembuatan peta bayangan vegetasi. Jadi bisa disimpulkan bahwa semua aspek alam di sebuah tapak yang terkait dengan pergerakan matahari sudah dibahas baik secara teknis maupun dalam bentuk contoh. Walaupun demikian untuk mempermudah penjelasan dan pemahaman, banyak asumsi-asumsi yang digunakan untuk membuat peta bayangan. Sebagai contoh, dalam membuat peta bayangan di asumsikan permukaan bumi yang menjadi dasar vegetasi atau bangunan adalah datar. Tapi walaupun demikian, peta tapak yang diterangkan di bab ini bisa dipandang cukup untuk menjadi dasar bagi perancangan tapak, agar perancangan yang dilakukan bisa lebih memperhatikan lingkungan daripada biasanya. Bagi yang berminat untuk

memahami pembuatan peta bayangan, bisa mempelajari banyak aplikasi atau *software* komputer yang dibuat khusus untuk tujuan itu.

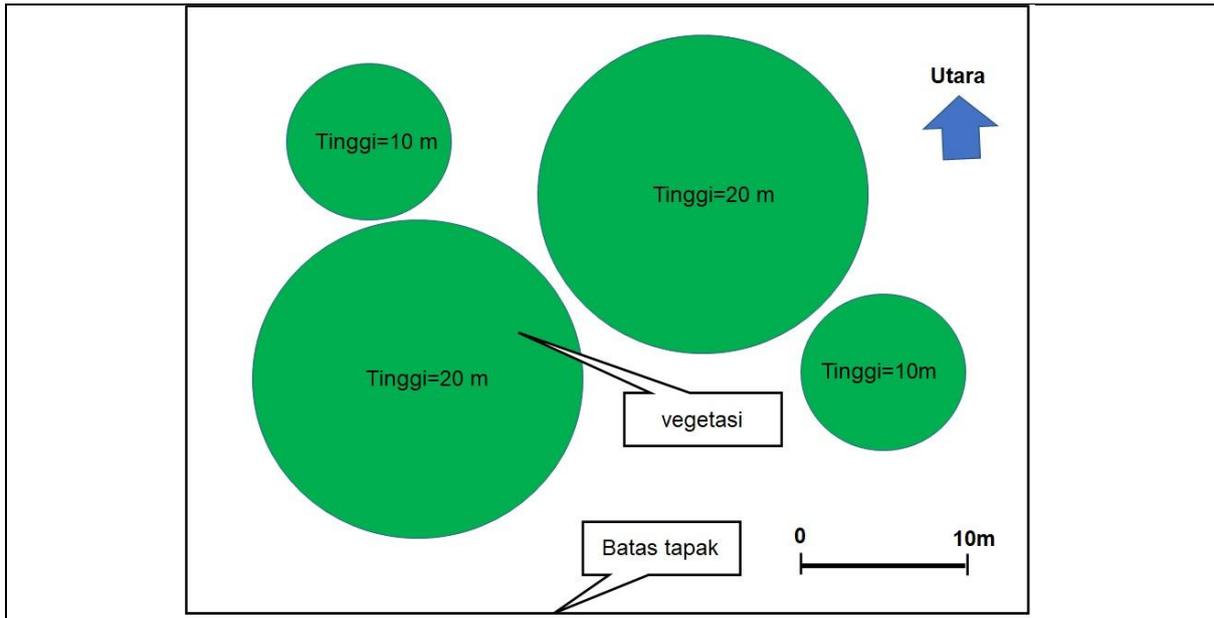
Umumnya tujuan pembuatan peta bayangan ialah untuk melindungi manusia dari radiasi matahari. Hal yang wajar bagi kita yang hidup di negara tropis seperti Indonesia. Satu hal yang harusnya bisa ikut di bahas dalam bab ini, yaitu tentang matahari yang pada dasarnya adalah sumber energi yang berlimpah, tapi belum diperhatikan secara serius oleh orang di Indonesia. Dengan demikian pembuatan peta bayangan ditujukan bukan untuk menghindari dari matahari tapi justru ingin melihat bagian mana dari tapak yang terbuka sebagai tempat meletakkan solar panel. Hal ini belum di bahas dalam bab ini. Tapi walaupun demikian, penjelasan tentang peta bayangan yang dilakukan dalam bab ini bisa menjadi awal yang baik bagi pembaca untuk mulai memperhatikan energi dari matahari tersebut.

Soal Latihan

Agar keterangan yang telah diberikan di atas bisa difahami, di bawah ada peta vegetasi untuk latihan. Pembaca kami persilakan melakukan soal-soal berikut ini:

1. Buatlah *Solar Chart* bagi kota Banda Aceh pada tanggal 21 bulan Desember. Kota ini terletak di utara khatulistiwa. Tentu *Solar Chart*-nya berbeda dengan yang telah di bahas dalam bab ini (Jakarta). Cari koordinat lintang dan bujur kota Banda Aceh di internet. Tapi bisa juga menggunakan *tools* yang ada di situs *sunearthtools*, dan memasukkan langsung nama kota tersebut ke fasilitas *search* yang ada di situs tersebut.
2. Buatlah pola bayangan sebuah kubus ukuran 10 meter x 10 meter, dengan tinggi 20 meter yang berlokasi di Banda Aceh. Orientasikan kubus itu sejajar dengan arah mata angin utama (Utara-Selatan, Barat-Timur). Gunakan *tools* yang ada pada situs *sunearthtools* tentukan sudut *azimuth*, *altitude* matahari untuk tiga waktu, pagi jam 8.00, siang jam 12.00 dan sore jam 15.00, pada tanggal 21 bulan Juni. Selanjutnya buat peta bayangan kubus di atas untuk ketiga waktu tersebut.
3. Buatlah pola bayangan dengan parameter yang sama dengan soal 2, hanya bedanya letak kubus diletakkan melintang 45 derajat dari arah mata angin utama. Buat peta bayangan vegetasi yang ada pada peta di bawah untuk tiga waktu, pagi jam 8.00, siang jam 12.00 dan sore jam 15.00, pada tanggal 21 bulan Juni.
4. Berdasarkan *Solar Chart* kota Banda Aceh di soal 1, buatlah peta bayangan vegetasi yang ada pada tapak di bawah ini. Manfaatkan aplikasi GIS. Untuk yang belum terbiasa dengan aplikasi tersebut, ada baiknya pembaca mulai belajar tentang GIS. Peta GIS yang dibuat dalam buku ini dibuat dengan menggunakan *software* ESRI GIS Arcview. Buatlah peta bayangan dari vegetasi yang ada di tapak di bawah ini untuk kurun waktu 21 Juni jam 7.00, jam 8.00 dan jam 15.00.

Kami harap dengan melakukan latihan di atas, keterangan yang telah diberikan dalam bab ini dapat dimengerti oleh pembaca dengan secara lebih jelas lagi. Selamat berlatih, insyaallah.



Peta tapak soal 4. Lokasi di Banda Aceh.

Bab 5. ANALISA INTENSITAS PEMANFAATAN TAPAK

Setiap tapak dirancang dengan tujuan agar bisa dimanfaatkan oleh manusia. Ada dua definisi pemanfaatan tapak. Definisi pertama pemanfaatan tapak ditinjau dari sisi kebutuhan manusia. Definisi kedua memandang bahwa pemanfaatan tapak oleh manusia harus dikendalikan. Definisi kedua ini untuk memastikan agar antara pemanfaatannya dengan sumber daya yang dimiliki tapak tetap serasi, selaras dan seimbang (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007). Jadi motif dari definisi ke dua ini terkait langsung dengan usaha-usaha untuk menjaga keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu pembahasan tentang pengendalian pemanfaatan tapak dijadikan bagian dari buku ini.

Berdasarkan definisi pertama di atas, intensitas pemanfaatan tapak biasanya diukur dengan berbagai cara (Purbalangi et al., 2014). Pertama, pemanfaatan tapak diukur dalam bentuk luas lantai dasar (LLD) yang dibangun di sebuah tapak. Makin besar LLD bangunan di sebuah tapak, makin besar intensitas pemanfaatan tapak di tapak tersebut sehingga makin banyak komponen alam dari tapak yang dimanfaatkan dan dimodifikasi oleh manusia. Sebagai contoh, makin besar LLD, makin banyak kontur yang diubah (juga makin besar volume tanah yang harus digeser karena *cut and fill*) dan vegetasi yang disingkirkan dari tapak.

Kedua, intensitas pemanfaatan tapak juga bisa diukur dari luas total lantai (LTL) bangunan yang didirikan di suatu tapak. Biasanya pemanfaatan ruang oleh manusia menggunakan unit luas tapak/jiwa. Dengan demikian makin besar LTL pada suatu tapak, makin banyak juga manusia yang memanfaatkan tapak dan berbagai komponennya. Sebagai contoh, jumlah air tanah yang harus disediakan dari tapak bagi 1000 jiwa tentu akan lebih banyak dari pada bila yang memanfaatkan tapak hanya 100 jiwa. Dalam istilah ilmu lingkungan, LLD dan LTL terkait erat dengan istilah *ecological footprint* (EFP), atau jejak ekologis bangunan atau manusia (Meena dan Yadav, 2019). Hanya bedanya kalau LLD dan LTL hanya terkait dengan sumber daya alam yang ada di tapak, konsep EFP meliputi semua kebutuhan manusia yang disediakan tidak hanya oleh tapak, tapi lebih luas dari itu termasuk semua sumber daya yang dimanfaatkan dari sumber lain di luar tapak. Jadi konsep EFP lebih lengkap daripada LLD atau LTL.

Intensitas pemanfaatan tapak ketiga ialah luas daerah hijau (ruang terbuka hijau) atau LDH. Koefisien ini mengukur luas tapak yang masih bersifat alam (dibandingkan dengan bagian tapak yang sudah diubah oleh manusia) yang belum di ubah manusia. Tapi konsep LDH sering tidak sepenuhnya menyangkut bagian tapak yang masih alami, karena yang disebut daerah hijau bisa saja berupa buatan manusia seperti

taman. Dengan demikian LDH berarti luasan daerah yang masih bersifat hijau dan belum diperkeras sehingga masih bisa menyerap air, termasuk bagian tapak yang diubah oleh manusia tapi masih mengandung banyak vegetasi dan permukaan yang bisa berfungsi untuk menyerap *runoff*.

Keempat, intensitas pemanfaatan tapak juga bisa diukur sebagai jumlah lantai bangunan (JLB). Sama dengan LTL, JLB juga indikator jumlah manusia yang memanfaatkan tapak di suatu tapak. Makin banyak jumlah lantai, bisa dianggap makin banyak juga manusia yang diwadahi oleh sebuah bangunan dalam tapak. Tapi selain jumlah manusia, JLB juga terkait dengan perubahan iklim mikro oleh bangunan. Sebagai contoh, bangunan-bangunan tinggi kelas *skyscraper* (bangunan 70 lantai ke atas) bisa mengubah pola gerakan angin mikro yang berdampak negatif terhadap kegiatan manusia di lantai dasar. *Skyscraper* bila tak dikendalikan pembangunannya akan merubah pola bayangan matahari sehingga tapak tetangga bisa tidak mendapat cahaya matahari secara permanen (Ransom dan Chaban, 2013).

Garis sempadan (GS) atau jarak bebas antar bangunan tetangga adalah jenis intensitas pemanfaatan tapak yang ke enam. GS pada dasarnya adalah garis yang mendefinisikan sebagai sejenis jarak bebas antara bangunan dengan ruang publik lainnya. Ada dua prinsip yang menentukan suatu GS. Prinsip pertama, daerah sempadan (ruang yang dibatasi oleh GS) dibuat agar ada ruang untuk fungsi lain selain yang sudah diwadahi oleh bangunan. Sebagai contoh, garis sempadan jalan (GSJ) dibuat agar ada bagian tapak yang diperuntuk untuk jalan. Garis sempadan sungai (GSS) dibuat agar ada ruang yang bisa menjamin sungai tetap bisa menjalankan fungsinya dalam meneruskan aliran air ke laut. Selain mempunyai fungsi tertentu, daerah sempadan yang dibatasi oleh GS juga sering dianggap sebagai tapak cadangan bagi pengembangan fungsi terkait di masa depan. Sebagai contoh, tujuan GSJ dibuat salah satunya ialah untuk menjamin agar bila di masa depan ada pelebaran jalan tidak akan mengganggu bangunan yang ada (Simpson, 2018).

Definisi kedua intensitas pemanfaatan tapak di atas terkait dengan berbagai usaha untuk mengendalikan pembangunan di sebuah tapak. Semua jenis pemanfaatan tapak yang sudah diterangkan di atas perlu dikendalikan agar pembangunan bisa tetap serasi, selaras, dan seimbang dengan lingkungan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007). LLD dikendalikan menggunakan Koefisien Dasar Bangunan (KDB). Pemerintah sebagai regulator biasanya menetapkan KDB bagi suatu tapak agar LLD tak menggunakan 100% luas tapak sebagai lantai dasar bangunan. LTL dikendalikan dengan koefisien yang disebut KLB (Koefisien Lantai Bangunan). Dengan LTL pemerintah mencegah agar bangunan tak terlalu tinggi, sehingga manusia yang diwadahi oleh bangunan tak terlalu besar dan melebihi daya dukung tapak dan sekitarnya.

JLB dikendalikan dengan menggunakan koefisien jumlah lapis lantai bangun / ketinggian bangunan (KB). Sama dengan dengan KDB, KLB, koefisien ini juga bertujuan untuk mengendalikan agar pembangunan tetap serasi, selaras, dan seimbang dengan lingkungan, baik di tapak maupun tetangganya. Dengan tujuan yang sama, LDH dikendalikan dengan menggunakan koefisien daerah hijau (KDH). Tapi berbeda dengan KDB, KLB dan KB, objek dari KDH adalah ruang terbuka hijau. Tapi walaupun demikian, secara tak langsung juga mengatur ruang bangunan setelah tapak dikurangi dengan daerah hijau.

Perancangan jarak bebas (sempadan) juga suatu pengendalian agar pembangunan tetap serasi, selaras, dan seimbang dengan lingkungan. Sebagai

contoh jarak bebas jalan dikendalikan menggunakan GSJ. Daerah bebas bangunan dikendalikan menggunakan GSB. Di daerah pantai jarak bebas pantai di kendalikan dengan menggunakan garis sempadan pantai atau GSP. Sepanjang daerah aliran sungai (DAS), pembangunan dikendalikan menggunakan garis sempadan sungai atau GSS. Di tapak tertentu, jarak bebas bangunan juga dikendalikan di sekeliling bangunan oleh koefisien jarak bebas samping dan belakang.

Selanjutnya dalam bab ini akan dijelaskan tentang definisi operasional dari koefisien-koefisien pengendalian pemanfaatan tapak yang sudah diterangkan di atas. Selain itu, dalam bab ini juga akan dibahas tentang cara-cara untuk mendapatkan informasi resmi tentang koefisien-koefisien pengendalian pemanfaatan ruang.

5.1. Pengendalian Luas Bangunan

Pengendalian luas bangunan di sebuah tapak dilakukan menggunakan koefisien-koefisien sebagai berikut:

1. Koefisien dasar bangunan (KDB) berguna untuk mengendalikan LLD pada suatu tapak.
2. Koefisien lantai bangunan (KLB) berguna untuk mengendalikan LTL.
3. Koefisien ketinggian bangunan (KB), berguna untuk mengendalikan tinggi bangunan. Bila jumlah lantai yang ingin dikendalikan, bisa digunakan koefisien jumlah lantai bangunan atau JLB (Barr, 2020).
4. Koefisien dasar hijau (KDH) berguna untuk mengendalikan LDH (Sotoma et al., 2003).

KDB adalah persentase luas lantai dasar terhadap luas tapak. Satuan KDB adalah persentase (%). Dengan KDB bisa dihitung luas lantai dasar (LLD) yang diperbolehkan di suatu tapak dengan menggunakan persamaan berikut:

$$LLD = \text{luas tapak} \times KDB \times 100 \quad \text{pers. 5.1.}$$

LLD= luas lantai dasar yang diperbolehkan, dan KDB = Koefisien Dasar Bangunan.

KLB adalah koefisien pengali terhadap luas tapak untuk mendapatkan luas lantai total (LTL). KLB tidak mempunyai satuan. LTL bisa dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$LTL = \text{luas tapak} \times KLB \quad \text{pers. 5.2.}$$

KB adalah jumlah lantai yang diperbolehkan untuk dibangun di sebuah tapak. Bila seluruh lapis lantai dirancang mempunyai luas sama dengan LLD, maka bisa diperoleh jumlah lapis lantai bangunan yang diperbolehkan (JLL) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$JLL = \frac{KLB}{KDB} \quad \text{pers. 5.3}$$

Selanjutnya perlu diperiksa apakah JLL sama dengan KB. Bila JLL lebih besar daripada KB maka JLL harus diturunkan menjadi sama dengan KB.

KDH adalah persentase dari luas tapak yang berupa daerah hijau terkecil (LDH) yang diperbolehkan. Satuan KDH adalah persen (%). LDH dapat dihitung atas dasar KDH menggunakan persamaan berikut.

$$\text{LDH} = \text{luas tapak} \times \text{KDH} \times 100$$

pers. 5.4.

Koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak di atas tidak secara pasti menghasilkan luasan yang harmonis satu sama lain. Sebagai contoh, JLL yang dihitung berdasarkan KLB dan KDB tidak selalu harus sama dengan KB. Sering JLL yang dihasilkan dari pembagian KLB dengan KDB lebih kecil dari KB yang sudah ditetapkan bagi suatu tapak. Hal ini baik karena memberi kebebasan tertentu kepada arsitek untuk membuat gubahan massa. Contoh lain lagi, LLD yang dihitung dengan menggunakan pers. 5.2 tidak harus diikuti oleh lantai di atas lantai dasar. Luas lantai di atas lantai dasar boleh saja lebih kecil, tapi tak boleh lebih besar dari LLD. Dengan demikian JLL bisa lebih besar daripada yang diperoleh dari perhitungan menggunakan pers. 5.3, yang penting JLL tak boleh lebih besar daripada KB.

Koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak seperti KDB dan KLB sangat penting untuk menjaga keserasian, keselarasan dan keseimbangan pembangunan dengan lingkungan. Walaupun demikian dalam prakteknya di lapangan, dengan berbagai alasan, aturan tersebut sering dilanggar (Rosnarti et al., 2022; Oh dan Choi, 2005). Secara garis besar alasan pelanggaran itu ialah karena perancangan yang dilakukan berdasarkan koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak dianggap terlalu kaku untuk bisa mewartakan kebutuhan manusia yang sangat majemuk.

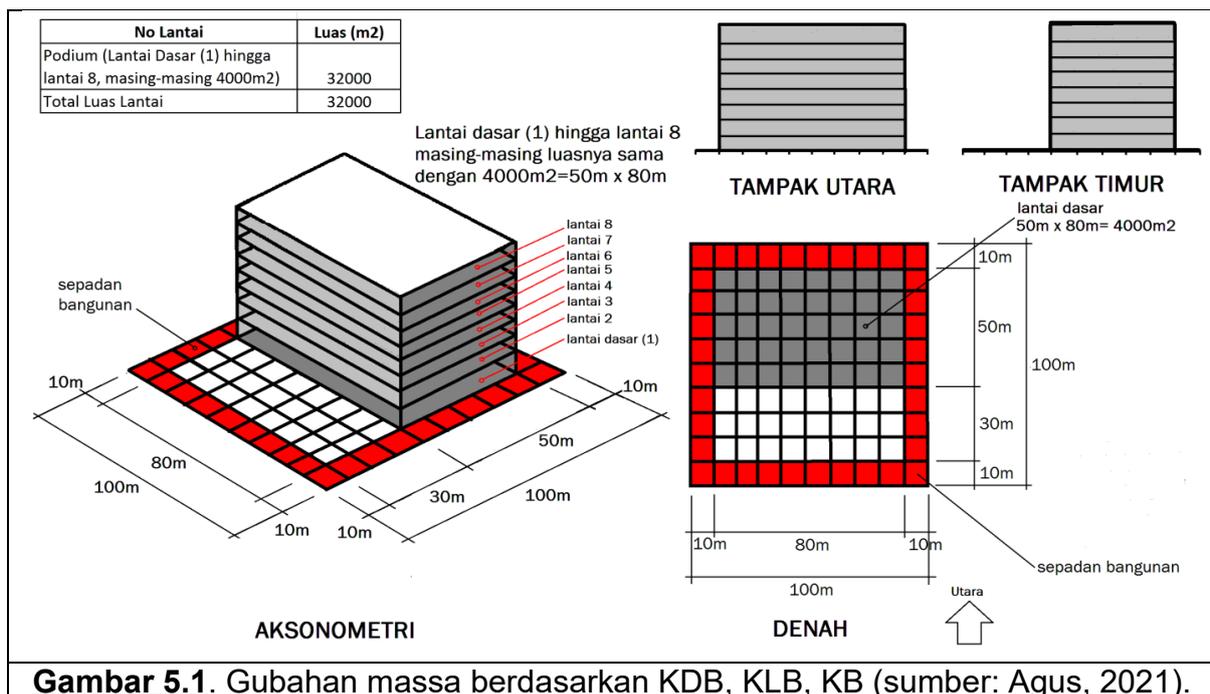
Kedua contoh di atas memperlihatkan adanya kebebasan tertentu yang bisa dinikmati oleh arsitek terkait dengan koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak di atas. Berikut ini akan diterangkan suatu simulasi yang menunjukkan kebebasan dalam mengembangkan gubahan massa berdasarkan koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak yang telah diterangkan di atas. Contoh-contoh berikut diambil dari makalah Agus (2021).

Dalam simulasi ini menggunakan suatu tapak berukuran 100 meter x 100 meter seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.1**. Tapak tersebut dikelilingi oleh jarak bebas berupa GSB selebar 10 meter. Luas tapak tersebut 10.000m² dengan KDB 40%, KLB 3.2 (Agus, 2021). Dengan demikian menurut KDB tersebut, LLD bagi tapak yang ada di tapak pada gambar tersebut adalah 4000 m². Dari gambar itu bisa diketahui bila seluruh lapis lantai mempunyai luas sama dengan LLD (4000 m²), gubahan masa akan berbentuk bangunan berlantai 8 dan LTL sama dengan 32.000m².

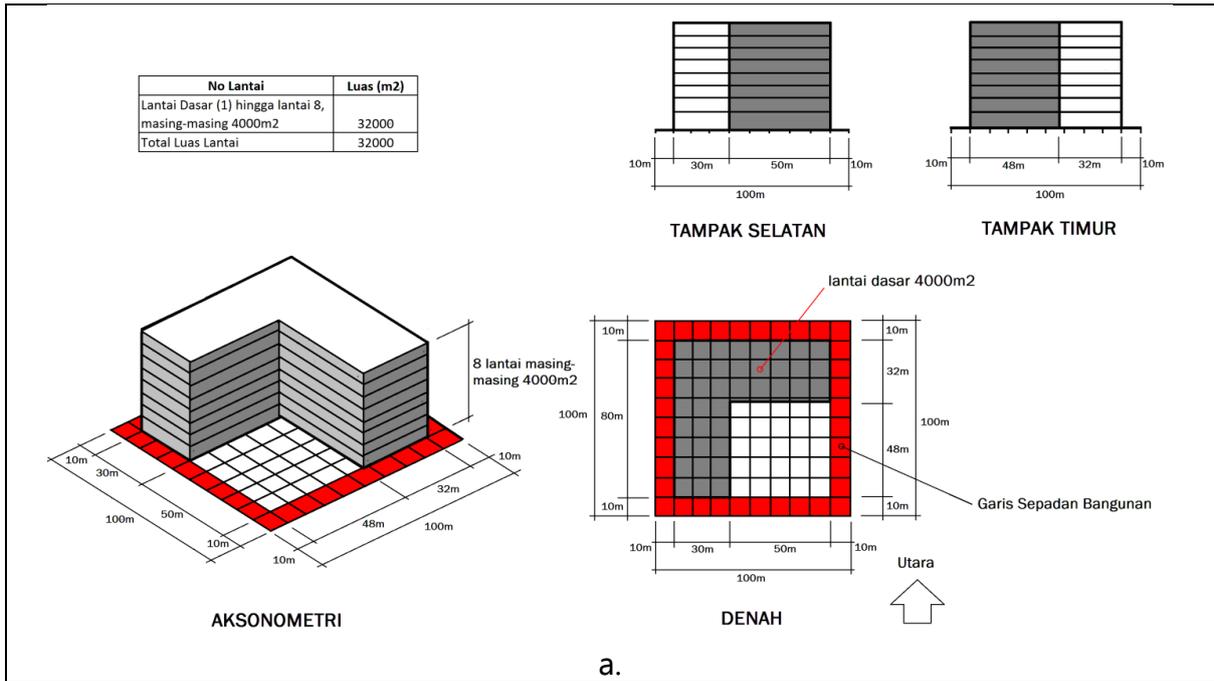
Seperti yang telah diterangkan di atas, KDB dan KLB masih memberi kebebasan kepada arsitek untuk berkreasi. Misalnya pada **Gambar 5.2**, lantai dasar gubahan massa yang terjadi pada tapak yang sama (luas tapak 10000 m², KDB= 40% dan KLB 3.2) tidak harus berbentuk kotak seperti pada Gambar 5.1, tapi berbentuk huruf L,

bahkan bundar dengan tanpa harus melanggar koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak yang berlaku.

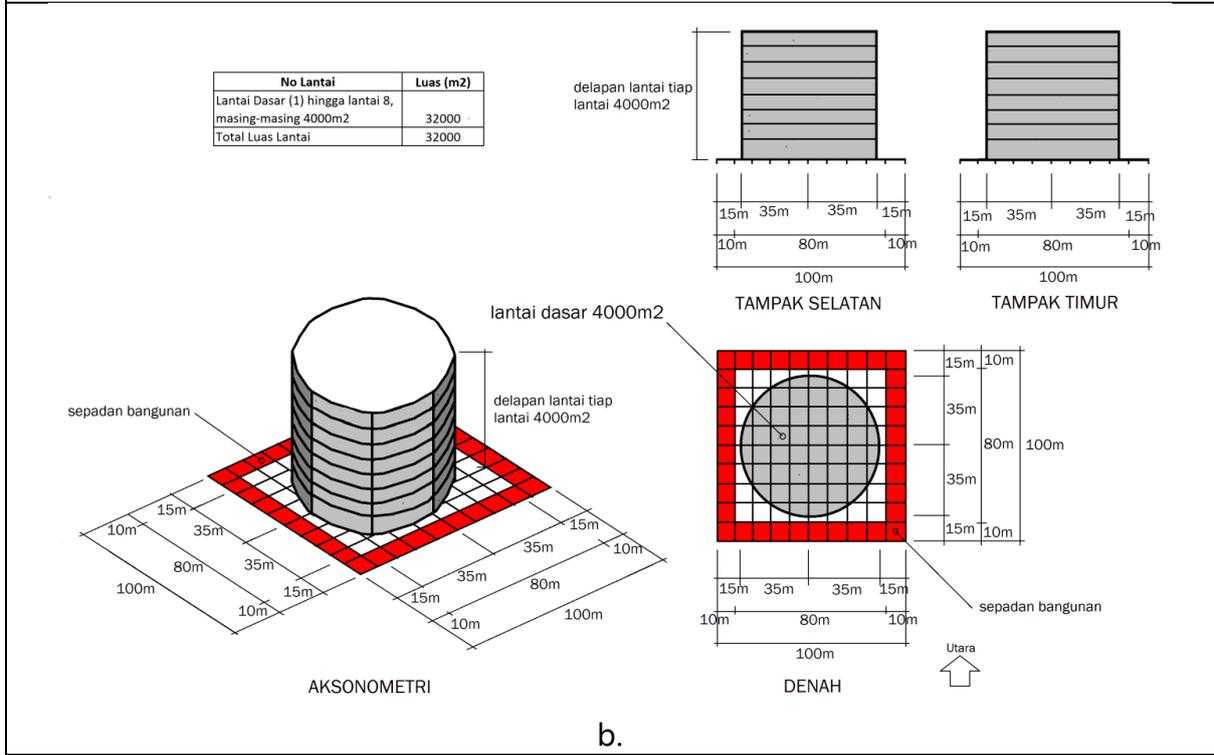
Bila gubahan massa dibuat dengan luas lantai di atas lantai dasar tidak sama dengan LLD (yang dihitung berdasarkan KDB), maka bentuknya bisa lebih bervariasi. Sebagai contoh (Agus, 2021), **Gambar 5.3**, memperlihatkan gubahan massa yang berjenjang dengan luas lantai di atas lantai dasar lebih kecil dari LLD. Gubahan massa dengan luas lantai dasar lebih besar dari luas lantai di atasnya menghasilkan JLL yang lebih besar dari 8 lantai. Gubahan massa yang berjenjang memberi kesempatan kepada arsitek untuk menambah JLL dari 8 lantai (Gambar 5.1), menjadi bangunan 11 lantai seperti pada Gambar 5.3.



Lebih lanjut lagi kreativitas arsitek dalam membuat gubahan massa lebih bisa berkembang lagi bila tiap lapis lantai dibuat mempunyai luasan lantai per lantai yang berbeda sehingga berbentuk tangga seperti pada **Gambar 5.4**. Tapi arsitek harus ingat tiga hal dalam berkreasi membuat gubahan massa. Pertama, luas lantai dasar tak boleh lebih besar daripada LLD yang dihitung menggunakan pers. 51. Kedua, luas lantai di atas lantai dasar harus lebih kecil dari pada LLD. Ketiga, dalam berkreasi membuat gubahan massa, JLL bangunan tidak boleh lebih besar daripada KB yang sudah ditetapkan untuk sebuah tapak.

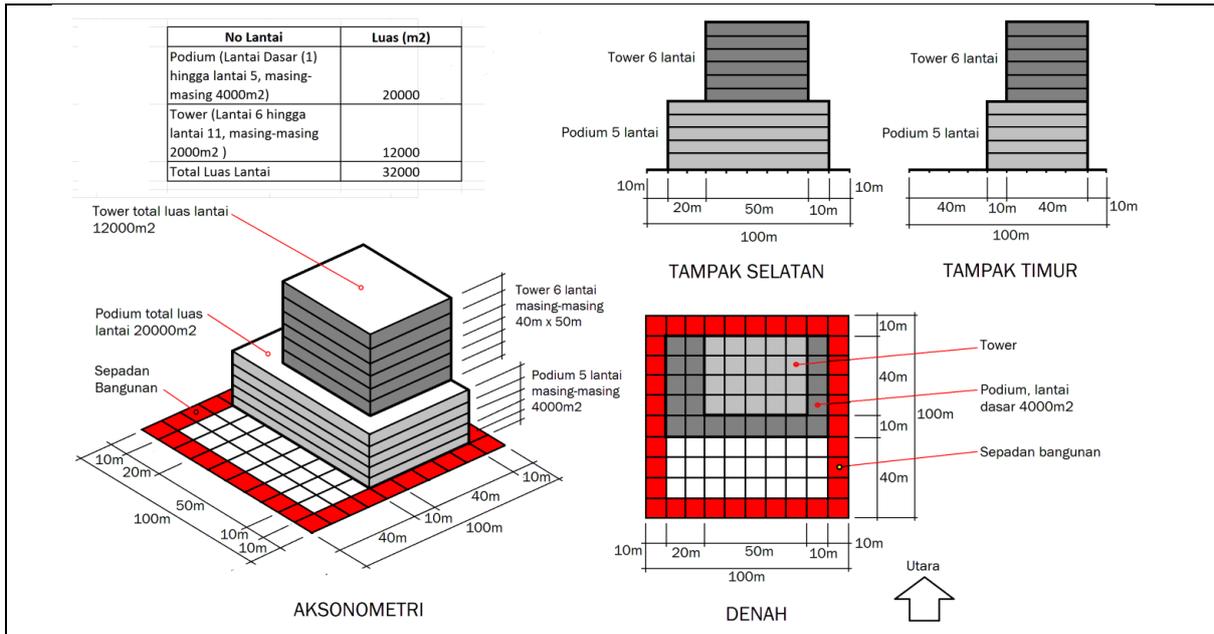


a.

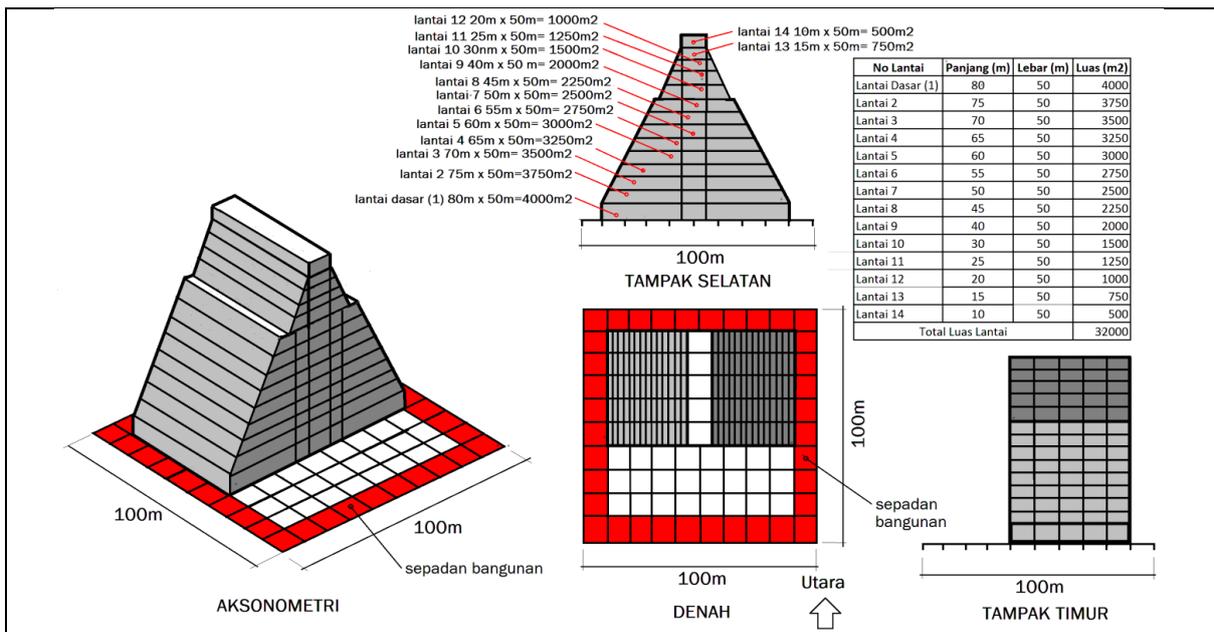


b.

Gambar 5.2. Kebebasan berkreasi membuat gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB (sumber: Agus, 2021).



Gambar 5.3. Gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB yang sama seperti Gambar 5.1, tapi bentuk dan luas lantai di atas lantai dasar berbeda dengan LLD (sumber: Agus, 2021).



Gambar 5.4. Gubahan massa berdasarkan KDB, KLB, KB yang sama seperti Gambar 5.1, tapi dengan bentuk dan luas lantai yang lebih bervariasi (sumber: Agus, 2021).

Fleksibilitas penerapan aturan-aturan sebenarnya ditambah lagi secara legal dengan memberlakukan sistem “denda” sehingga arsitek dan pemilik tapak dapat keluar dari aturan pengendalian intensitas pemanfaatan tapak dengan membayar sejumlah denda secara resmi (Rosnarti et al., 2022). Juga ada suatu sistem insentif tertentu yang berlaku resmi yang memungkinkan pemilik tapak mendapat kenaikan KLB karena telah rela menyerahkan hak tapak tertentu kepada negara. Misalnya menurut Peraturan Gubernur Nomor 175 Tahun 2015 dan Peraturan Gubernur Nomor

119 Tahun 2016, KLB bisa ditambah bila pemilik tapak menyertakan rencana fasilitas umum yang terkait dengan *Transit Oriented Development* atau TOD (Rosnarti et al., 2022). Jadi sebenarnya penerapan berbagai koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak sebenarnya tidak terlalu restriktif bagi perancang tapak ataupun pemilik tapak.

5.2. Garis Sempadan dan Jarak Bebas

Pengaturan intensitas pemanfaatan tapak juga bisa dilakukan dengan mengatur garis sempadan dan jarak bebas. Kedua koefisien ini pada dasarnya mempunyai arti yang sama. Jarak bebas adalah jarak atau lebar tertentu yang harus dibebaskan dari bangunan atau yang berfungsi privat lainnya. Jadi jarak bebas pada dasarnya adalah lebar sebuah ruang yang berfungsi publik. Garis sempadan adalah garis yang membatasi ruang yang berfungsi publik dari ruang yang bersifat privat. Biasanya ruang yang dibatasi oleh garis sempadan sebagai ruang publik, sering terkait dengan komponen alam yang ada di suatu tapak. Sebagai contoh, daerah sempadan sungai, yang dibatasi oleh garis sempadan sungai (GSS) menjamin agar fungsi sungai sebagai saluran air tidak konflik dengan fungsi privat.

Istilah “banjir” untuk sungai sebenarnya tidak tepat, karena keberadaan air di sungai, tinggi atau rendah adalah suatu yang wajar. Jadi istilah “banjir” sebenarnya hanya berlaku jika air yang seharusnya ada di sungai tapi justru masuk ke ruang privat seperti rumah tinggal dan perkantoran di kala manusia memanfaatkan daerah aliran sungai sebagai ruang pribadi. Jadi pada dasarnya banjir bisa dipandang sebagai suatu konflik antara manusia dengan alam. Garis sempadan sungai dibuat justru karena hendak mencegah konflik tersebut dengan menyediakan sejenis ruang sempadan agar manusia tidak mengambil alih ruang yang disediakan untuk alam sehingga memungkinkan terjadinya konflik tersebut.

Ada berbagai garis sempadan dan jarak bebas yang sering digunakan untuk mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak sebagai berikut:

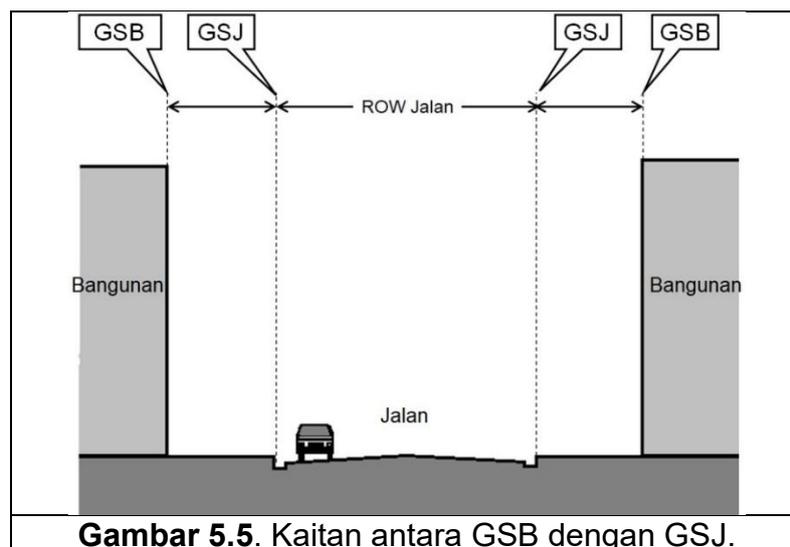
1. Garis Sempadan Bangunan (GSB) yang mengendalikan garis terdepan bidang atau fasade bangunan yang boleh dibangun pada suatu tapak. GSB berfungsi untuk mengendalikan pembangunan ruang privat.
2. Garis Sempadan Jalan (GSJ) yang berfungsi untuk mengendalikan pembangunan jalan sebagai ruang publik dan menjaga agar ruang privat tidak dilanggar oleh ruang publik atau jalan. Jadi wajar sekali kalau GSJ dan GSB sangat terkait. Bedanya kalau GSB untuk mengendalikan ruang privat, GSJ untuk mengendalikan ruang publik yang berbentuk jalan.
3. Garis Sempadan Sungai (GSS) adalah garis yang melindungi daerah aliran sungai atau DAS dari pembangunan yang bersifat privat. Jadi GSS pada dasarnya untuk mencegah konflik air dengan manusia dengan melindungi manusia dari air, dan sebaliknya memastikan air tidak terhalang oleh objek-objek yang dibuat oleh manusia.
4. Garis Sempadan Pantai (GSP) berfungsi untuk melindungi ruang pantai agar tetap berfungsi publik. Berbeda dengan negara lain, Indonesia menganggap semua pantai sebagai ruang publik yang tak boleh diklaim sebagai milik pribadi. Dengan demikian siapapun boleh memakai pantai dalam batas-batas

kewajaran tertentu. GSP dijadikan cara untuk mengendalikan intensitas pembangunan ruang privat sehingga pantai bisa tetap bersifat publik.

Penerapan Garis Sempadan Bangunan (GSB) sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 06/PRT/M/2007 tentang Pedoman Umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan di atur oleh pemerintah daerah. Pada umumnya GSB mengatur bagian tapak yang boleh dibangun menjadi bangunan. Sebagai contoh di Jakarta berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 135 tahun 2019 tentang Pedoman Tata Bangunan mengatur batas terluar bangunan/gedung terhadap rencana jalan, rel, sungai, drainase, waduk dan tegangan tinggi. Semua yang disebut seperti jalan dan rel berfungsi publik. Menurut peraturan tersebut GSB bertujuan untuk menciptakan keamanan, kenyamanan, keteraturan dan estetika kota. Besarnya GSB diatur dalam peraturan daerah tersebut sebagai berikut:

1. GSB bagian tapak yang berbatasan dengan jalan lebar maksimum 12 meter adalah setengah kali lebar rencana jalan atau Garis Sempadan Jalan (GSJ).
2. Bagian tapak yang berbatasan dengan rencana jalan (GSJ) yang lebarnya lebih daripada 12 meter hingga 26 meter mempunyai GSB sama dengan 8 meter.
3. GSB bagi bagian tapak yang berbatasan dengan rencana jalan (GSJ) lebih dari 26 meter adalah 10 meter.

Dengan demikian jarak antara fasade terdepan bangunan dengan bangunan lain di seberang jalan adalah sama dengan lebar zona GSB ditambah *Right of Way* (ROW) jalan yang dibatasi oleh GSJ. Sebagai contoh jalan-jalan lokal yang ada di lingkungan perumahan umumnya mempunyai lebar sekitar 6 meter sehingga lebar zona GSB di perumahan tersebut sama dengan 3 meter dari bidang fasade bangunan yang paling dekat dengan jalan. Jarak antar bangunan dengan bangunan yang terletak di seberang jalan adalah sama dengan 12 meter. **Gambar 5.5** memperlihatkan hubungan antara GSB dengan GSJ.

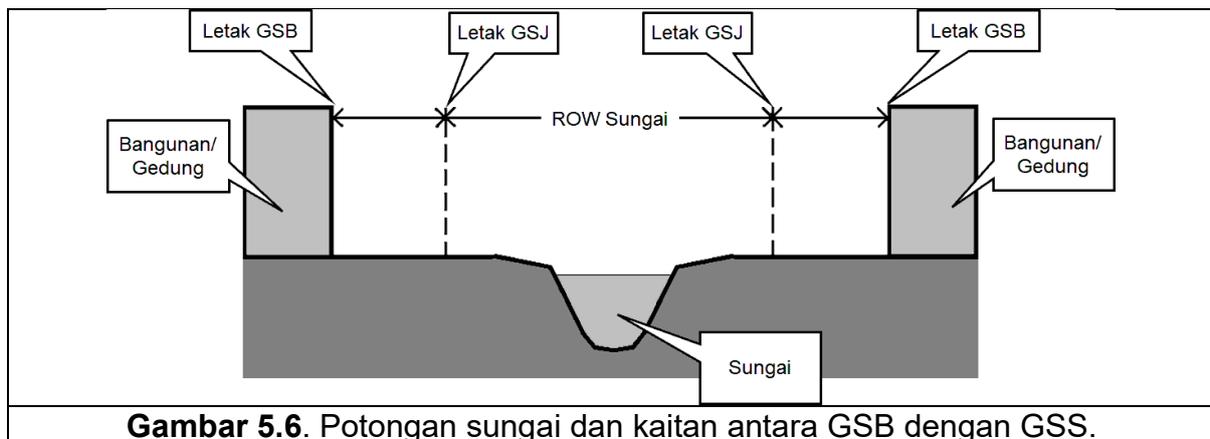


Gambar 5.5. Kaitan antara GSB dengan GSJ.

Bagi sisi tapak yang bersinggungan dengan sungai oleh peraturan daerah tersebut di atas diatur sebagai berikut:

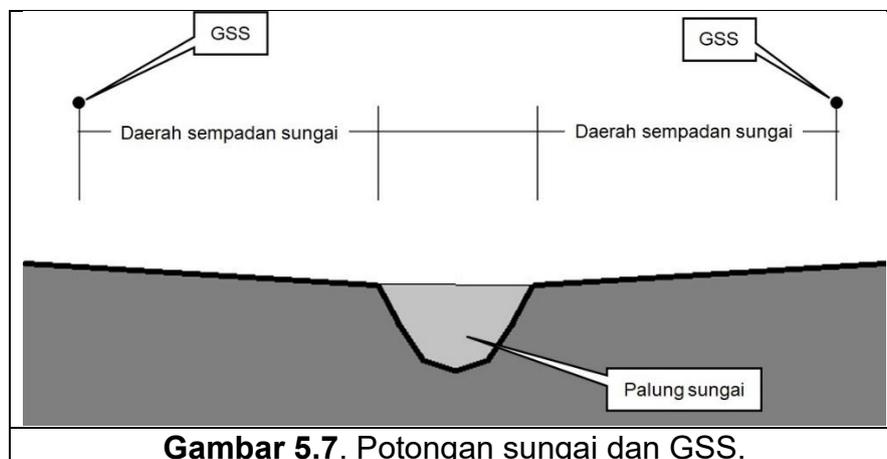
1. GSB bagi bagian bangunan yang bersinggungan dengan sungai yang lebarnya kurang dari 18 meter adalah setengah dari lebar GSS tersebut. Khusus untuk perumahan, GSB dekat sungai minimum adalah 4 meter dari GSS.
2. Untuk bangunan dekat sungai dengan lebar lebih besar dari 18 meter GSB-nya adalah 10 meter. GSB bagi hunian umum dekat sungai yang lebarnya lebih besar dari 18 meter, minimum sama dengan 5 meter.

Gambar 5.6 memperlihatkan hubungan antara GSS dengan GSB. Berdasarkan gambar tersebut jarak antara fasade terdepan sebuah bangunan dekat sungai sama dengan lebar daerah GSB ditambah dengan setengah lebar *Right of Way* (ROW) sungai. ROW sungai dibatasi di kedua sisi oleh GSS.



Gambar 5.6. Potongan sungai dan kaitan antara GSB dengan GSS.

Lebarnya jarak bebas yang dibatasi oleh suatu garis sempadan juga sangat bervariasi tergantung pada intensitas pemanfaatan tapak yang diperbolehkan di suatu daerah sempadan. Sebagai contoh, lebar daerah yang dibatasi GSS sangat tergantung pada klasifikasi sungai (Peraturan Pemerintah nomor 38, 2011). Makin panjang dan besar sungai, makin lebar jarak bebas atau ROW sungai. Sebagai contoh, sungai besar di luar kota lebar daerah yang dibatasi GSS minimum adalah 10 meter ke kiri dan kanan palung sungai sungai. **Gambar 5.7.** memperlihatkan definisi tentang GSS.



Gambar 5.7. Potongan sungai dan GSS.

5.3. Bidang dan Volume Sempadan

Di atas telah dibahas tentang garis sempadan yang pada dasarnya ialah daerah yang dibebaskan dari fungsi tertentu dan diperuntukkan bagi fungsi lainnya yang biasanya bersifat publik. Pembatas bagi daerah sempadan yang telah diterangkan di atas adalah garis, misalnya Garis Sempadan Jalan (GSJ) atau Garis Sempadan Bangunan (GSB). Di beberapa negara sudah dikembangkan fungsi sempadan yang bersifat bidang dan volume (Leduc dan Hartwell, 2017). Pada bagian ini akan diterangkan tentang pembatas ruang sempadan yang tidak berbentuk garis tapi berbentuk bidang dan volume sempadan.

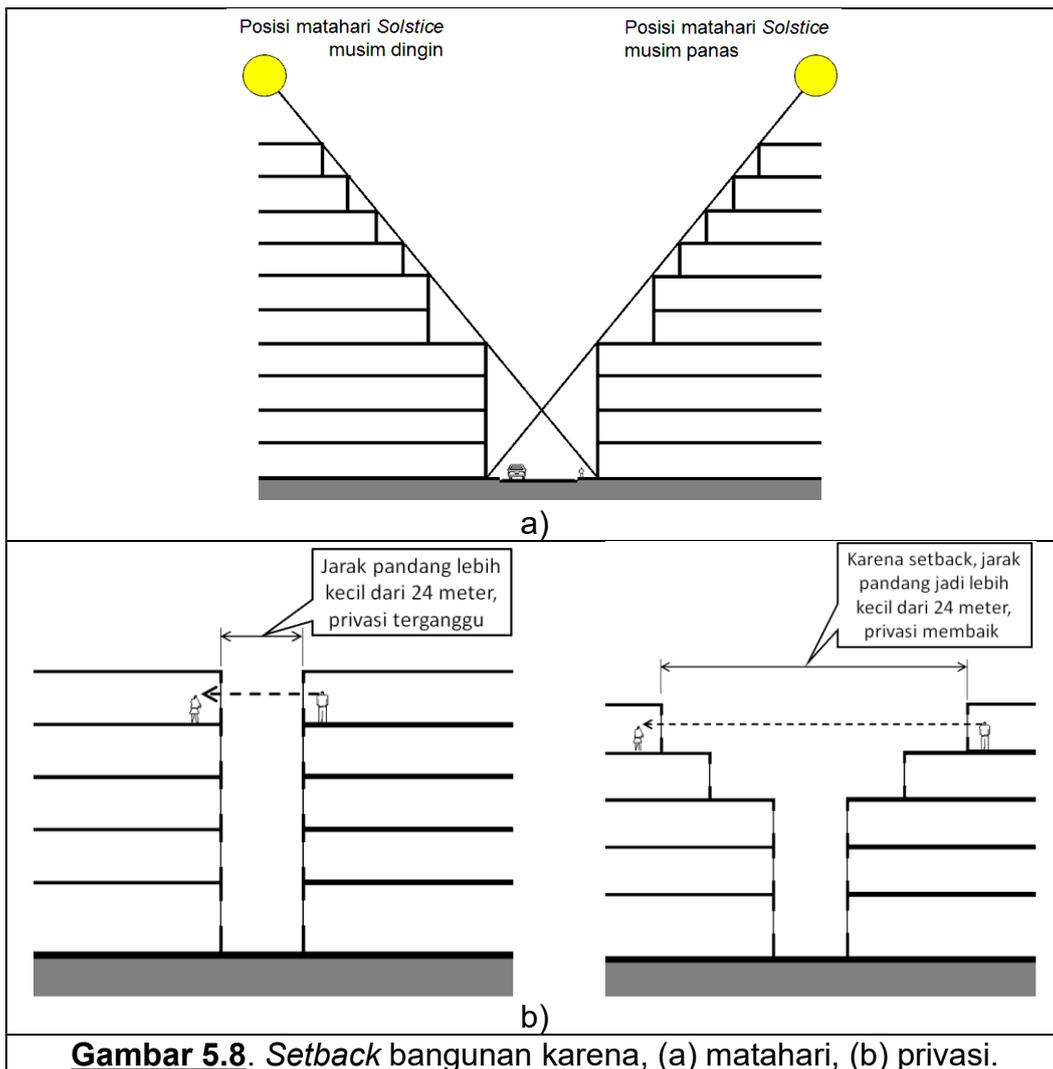
Garis sempadan adalah batas terhadap jenis fungsi yang boleh dibangun di suatu tapak. Sebagai contoh, GSB adalah batas ruang bagi pembangunan gedung. Bila garis sempadan ditarik vertikal ke atas, maka akan membentuk sebuah bidang sempadan. Bidang sempadan seperti ini membentuk sebuah bidang pembatas bagi sebuah tapak. Kalau penarikan ke atas garis sempadan dilakukan seperti itu, maka akan timbul berbagai masalah lingkungan. Sebagai contoh bila pembangunan dilakukan secara konsekuen dengan bidang sempadan seperti itu, akan tercipta sebuah ruang yang dalam. Sehingga bagi manusia yang ada di ruang luar antar bangunan akan merasakan efek sumur, dengan dinding yang tinggi mengelilinginya, gelap, dan langit terlihat di atas hanya sebesar koin lima ratus rupiah. Efek sumur seperti ini sudah difahami dengan baik oleh penduduk kota New York di abad 18, di kala pemilik tapak mulai membangun bangunan tinggi mulai dari GSB, vertikal ke atas. Sejak saat itu berbagai cara baru dalam membatasi ruang selain dengan GSB mulai dikembangkan oleh banyak ahli arsitektur atau perkotaan (Eide, 2016).

Ada beberapa jenis pembatas ruang selain GSB atau garis sempadan lainnya. Berikut ini adalah beberapa jenis pembatas ruang tersebut:

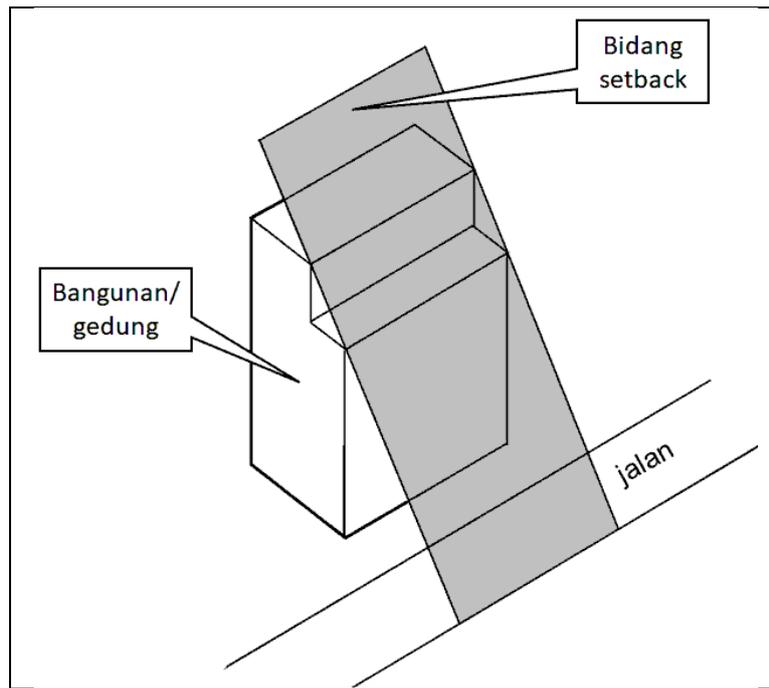
1. Garis *setback* yang mengatur mundur dan majunya fasade gedung/bangunan. Dengan cara ini pembatas ruang tidak berupa bidang vertikal yang ditarik dari GSB, tapi berupa bidang majemuk yang mirip dengan bentuk tangga. **Gambar 5.8** memperlihatkan bidang sempadan yang berbentuk seperti tangga.
2. Bidang *setback* yang berupa bidang miring membatasi pembangunan di sebuah tapak. Pertemuan variasi tinggi lantai bangunan biasanya memberi efek yang sama dengan garis *setback*, yaitu bentuk bangunan yang berbentuk tangga. Tapi bentuk bangunan tidak harus vertikal atau horisontal saja, bisa juga berbentuk bidang atau fasade bangunan miring, seperti atap. Bila hal ini dilakukan dalam perancangan, bentuk bangunan yang dibatasi oleh bidang *setback* tidak harus berbentuk tangga. **Gambar 5.9** memperlihatkan bidang *setback* sebagai alat untuk mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak.
3. Bidang *setback* tidak hanya mengendalikan satu sisi tapak saja. Bisa saja tiap sisi tapak dikendalikan oleh masing-masing bidang *setback*. Bila hal ini dilakukan akan muncul yang namanya *volume setback* yang berupa selimut pembatas bangunan. **Gambar 5.10** memperlihatkan *volume setback* mengendalikan pembangunan di suatu tapak.

Pengendalian berupa *setback* yang telah diterangkan di atas umumnya ditetapkan dalam rangka melindungi ruang publik dari dampak negatif pembangunan ruang privat di dalam sebuah tapak. Ada beberapa hal yang menjadi alasan munculnya berbagai

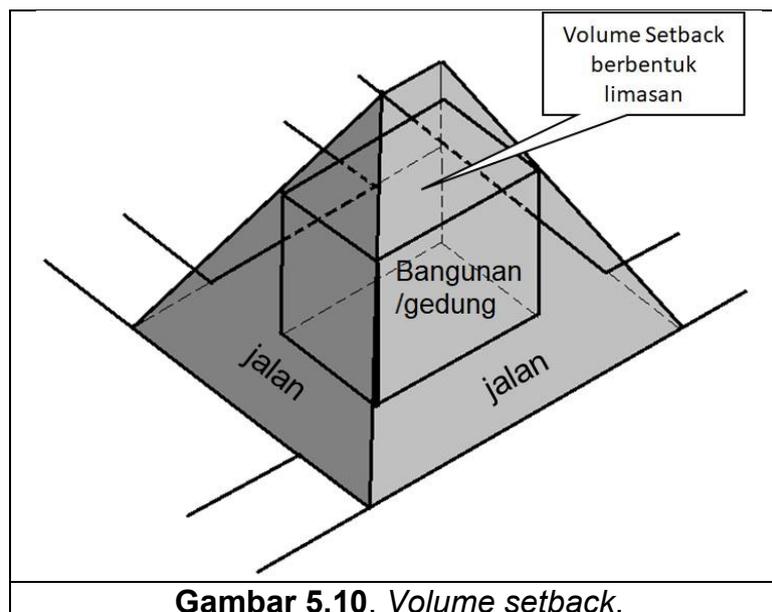
aturan *setback* di atas. Misalnya alasan yang terkait dengan hak publik atas sinar matahari. Mungkin alasan ini terasa asing bagi kita di Indonesia yang negara tropis di mana manusia harus dilindungi dari matahari. Tapi yang dibicarakan adalah penutupan cahaya matahari secara permanen terhadap ruang publik seperti jalan dan taman, tentu hal ini tidak kita inginkan, walau di negara tropis sekalipun. *Setback* berfungsi agar ruang publik tidak tertutup dari matahari secara permanen karena pembangunan yang menghalanginya. Jadi dasar bagi pengaturan bidang maupun *volume setback* ialah untuk menjaga akses matahari ke ruang publik misalnya jalan. Sebagai contoh, baik pada Gambar 5.8, Gambar 5.9 dan Gambar 5.10, acuan *setback*nya adalah ruang publik yang berupa jalan.



Gambar 5.8. *Setback* bangunan karena, (a) matahari, (b) privasi.



Gambar 5.9. Bidang *setback*.



Gambar 5.10. *Volume setback*.

Ada alasan lain kenapa ada berbagai *setback* yang telah diterangkan di atas. Di Indonesia mungkin energi matahari baru mulai diperhatikan, tapi di negara lain, kesadaran akan pemanfaatan energi matahari sudah sangat tinggi. Hal ini menyebabkan sinar matahari menjadi komoditi yang sangat berharga sehingga perlu diatur agar setiap warga negara bisa menikmati sinar matahari sepenuhnya. Akibatnya, semua pembangunan harus diatur agar tidak menutupi akses matahari ke suatu tapak. *Volume setback* bisa ditetapkan bila kesadaran akan pentingnya matahari bagi masyarakat sudah cukup tinggi. Dengan *volume setback* setiap tapak bisa mendapat sinar matahari yang optimum. Dengan demikian *volume setback* juga berfungsi untuk melindungi hak-hak yang bersifat privat. *Volume setback* seperti ini disebut *Solar Envelope*.

Alasan lain tentang perlunya bidang atau *volume setback* yaitu privasi. *Setback* yang dibuat berguna untuk mengatur privasi. Dari sisi ruang privat, *setback* bisa menghalangi pandangan mata orang ke ruang privat seseorang. Dengan *setback*, selain menutup pandangan langsung orang luar ke ruang privat orang lain, juga memperbesar jarak pandang sehingga pandangan dari tetangga bisa ditolerir oleh manusia. Jarak pandang itu menurut Lynch paling sedikit adalah 24 meter (Lynch dan Hack, 1971). Bagi jarak antar bangunan yang lebih kecil dari 24 meter jarak tersebut bisa diperbesar dengan memberi *setback* tertentu. Terkait dengan *setback*, alat pengendali intensitas pemanfaatan tapak tersebut juga digunakan agar privasi tetangga tidak terganggu oleh pandangan kita ke ruang privat mereka. Jadi *setback* dalam hal ini juga berfungsi publik, yaitu menjaga privasi para tetangga.

Setback juga berguna untuk memudahkan mitigasi bencana seperti kebakaran, gempa bumi dan bencana lainnya. Sebagai contoh, *setback* bisa menyediakan tapak yang cukup untuk manuver berbagai alat pemadam kebakaran ke bangunan sehingga seluruh titik di dalam bangunan dapat dicapai oleh petugas pemadam kebakaran. Ruang *setback* bisa menjadi ruang sirkulasi (*escape route*) dan tempat untuk mengungsi yang aman bila terjadi bencana seperti gempa. *Setback* yang berupa jarak antar bangunan selain untuk mencegah agar sebuah bangunan tidak menutupi pencahayaan alami bangunan lain, juga berfungsi sebagai jarak aman agar bila terjadi kebakaran api tidak mudah menjalar dari satu bangunan ke bangunan lain atau dari suatu tapak ke tapak lain. Dengan *setback* tertentu, keruntuhan suatu bangunan karena gempa tidak akan menimpa bangunan lain dan menyebabkannya ikut runtuh.

5.4. Sumber Informasi tentang Koefisien-koefisien Pengendalian Intensitas Pemanfaatan Tapak.

Keberhasilan dalam mengendalikan intensitas pembangunan tergantung banyak hal, salah satunya ialah kesadaran akan masyarakat akan adanya aturan tersebut bagi tapaknya. Pengetahuan akan pengaturan intensitas pemanfaatan tapak akan mempengaruhi kesadaran masyarakat untuk mematuhi. Menurut Awuah et al. (2014), dan Avis (2016) rendahnya kepatuhan kepada aturan pengendalian intensitas pemanfaatan tapak disebabkan karena rendahnya kesadaran masyarakat tentang hal tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem informasi umum yang bisa dimanfaatkan oleh masyarakat untuk mengakses aturan-aturan yang menyangkut pengendalian intensitas tapak, khususnya menyangkut tapak yang dimiliki oleh mereka. Oleh karena itu, dalam bagian ini akan diterangkan tentang cara-cara mengakses informasi tentang koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak yang sudah diterangkan di atas. Sistem informasi publik adalah sesuatu yang besar dan rumit, oleh karena itu dalam bagian ini hanya akan dibahas cara mendapatkan informasi tentang berbagai koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak yang ada di situs Jakarta Satu.

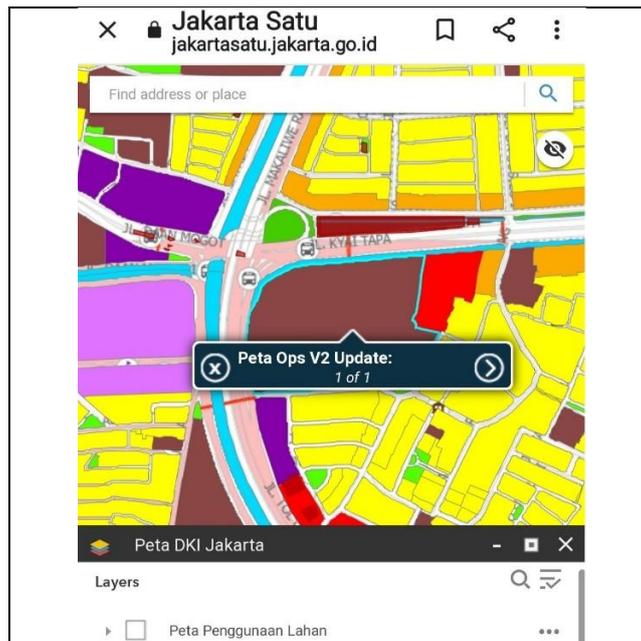
Jakarta Satu adalah situs resmi dari Pemerintah Daerah DKI Jakarta. Jakarta Satu dapat di akses oleh masyarakat umum menggunakan *smart-phone* melalui [link https://jakartasatu.jakarta.go.id/portal/apps/wedappviewer/indexhtml?is=0e627d96e3634f968ce7fa80d21b358b](https://jakartasatu.jakarta.go.id/portal/apps/wedappviewer/indexhtml?is=0e627d96e3634f968ce7fa80d21b358b). Berikut ini adalah Langkah-langka untuk mengakses berbagai informasi tentang Jakarta:

1. Pada smart phone klik *link* Jakarta Satu di atas, dan akan muncul tampilan berupa peta seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.11**.

2. Pada peta yang ada di Gambar 5.11 cari lokasi yang hendak dituju dan klik ~~pada~~ di peta pada lokasi tersebut. Misalnya Kampus A Universitas Trisakti di Grogol. Klik lokasi tersebut dan pada peta akan muncul komentar “Peta Ops V2 Update” seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.12**.
3. Di sebelah kanan tulisan “Peta Ops V2 Update” terdapat tanda panah (>). Klik tanda tersebut dan akan keluar daftar yang berisi berbagai data tentang lokasi yang dituju (**Gambar 5.13**). Sebagai contoh dalam daftar informasi tersebut bisa dilihat nama kecamatan dan kelurahan tempat lokasi yang dituju berada.
4. *Scroll* daftar tersebut ke atas dan ke bawah untuk melihat informasi yang dicari (**Gambar 5.14**). Sebagai contoh informasi tentang KDB, KLB, KB, dan KDH bisa dilihat di bagian bawah daftar pada Gambar 5.14.

Karena Jakarta Satu adalah situs resmi pemerintah daerah, informasi yang bisa diperoleh dari situs tersebut bisa dimanfaatkan untuk merancang tapak yang dapat diajukan dalam berbagai proses resmi seperti permohonan izin membangun dan sebagainya. Sistem informasi resmi yang terbuka seperti Jakarta Satu bisa meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak. Peningkatan pengetahuan diharapkan diikuti dengan peningkatan kesadaran akan pentingnya mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak. Selanjutnya diharapkan bisa meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya komponen alam dari sebuah tapak, dan akhirnya meningkatkan usaha masyarakat untuk menjaga keberlanjutan lingkungan.





Gambar 5.12. Peta Grogol dan sekitarnya dari situs Jakarta Satu.

Peta Ops V2 Update:	
SDE.PETA_OPS_V2_PROD.AREA	94,745.51
ID_WILAYAH	JB
KECAMATAN	GROGOL PETAMBURAN
ID_KEC	GP
KELURAHAN	TOMANG
ID_KEL	TMG
KODE_BLOK	07
SUB_BLOK	001
SUB_ZONA	S.1
TPZ	KAWASAN PUSAT KEGIATAN SEKUNDER GROGOL
CD_TPZ	a.b
ID_SUBBLOK	001.S.1.a.b
ZONA	Zona Pelayanan Umum dan Sosial
PSL	P
unik	TMG_07_001.S.1.a.b_1965
KODE_OPS	JB.GP.TMG.07.001.S.1
Ket_Ev	
Kode_Prov	31
Nama_provinsi	DKI JAKARTA
kode_kota	73
nama_kota	JAKARTA BARAT
kode_kec	02
nama_kecamatan	GROGOL PETAMBURAN
kode_kel	1,003
nama_kelurahan	TOMANG
kode_ops_wilayah	31.73.02.1003
kode_wilayah	3173021003
Kode Ops Kemendagri	31.73.02.1003.07.001.S.1.a.b

Gambar 5.13. Daftar informasi dari situs Jakarta Satu.

Jakarta Satu jakartasatu.jakarta.go.id	
1 of 1	
	GROGOL
CD_TPZ	a.b
ID_SUBBLOK	001.S.1.a.b
ZONA	Zona Pelayanan Umum dan Sosial
PSL	P
unik	TMG_07_001.S.1.a.b_1965
KODE_OPS	JB.GPTMG.07.001.S.1
Ket_Ev	
Kode_Prov	31
Nama_provinsi	DKI JAKARTA
kode_kota	73
nama_kota	JAKARTA BARAT
kode_kec	02
nama_kecamatan	GROGOL PETAMBURAN
kode_kel	1,003
nama_kelurahan	TOMANG
kode_ops_wilayah	31.73.02.1003
kode_wilayah	3173021003
Kode Ops Kemendagri	31.73.02.1003.07.001.S.1.a.b
KDB	55
KLB	3
KB	8
KDH	30
KTB	55
TIPE	T

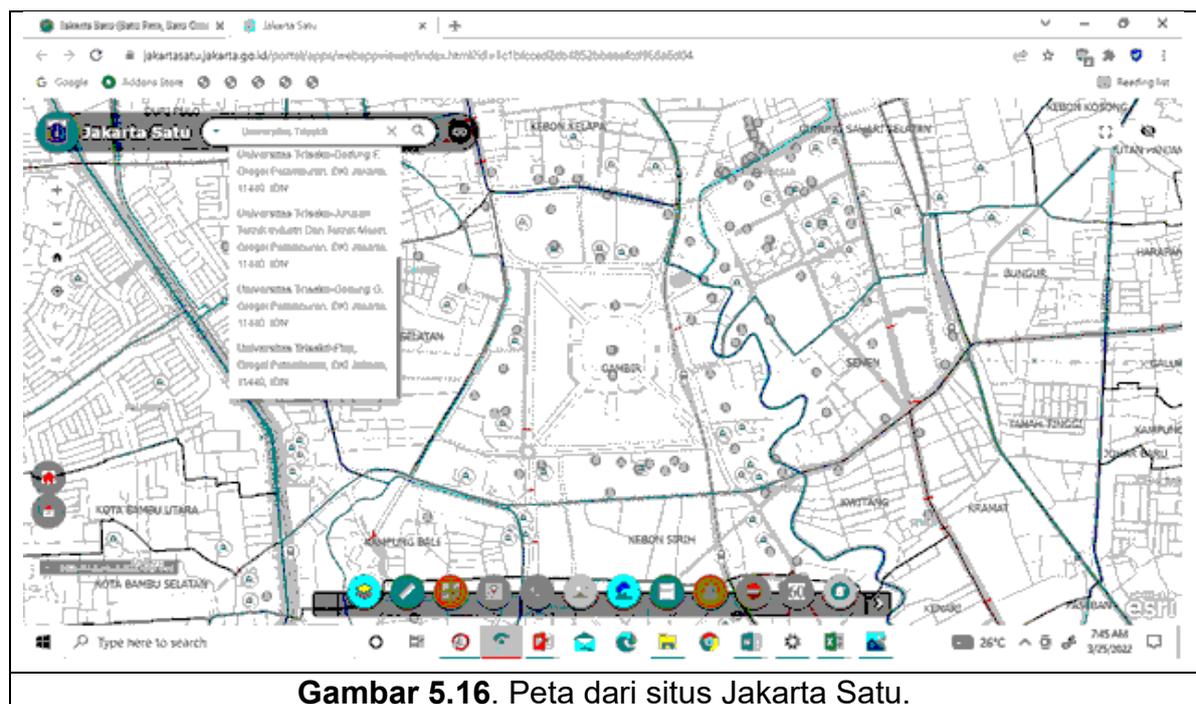
Gambar 5.14. Daftar informasi dari situs Jakarta Satu yang berisi KDB, KLB, KB, dan KDH.

Bila menggunakan komputer situs Jakarta Satu bisa diakses menggunakan link <https://jakartasatu.jakarta.go.id>. Setelah mengklik link tersebut akan muncul *interface* seperti yang dapat dilihat ada **Gambar 5.15**. Selanjutnya lakukan langkah-langkah berikut:

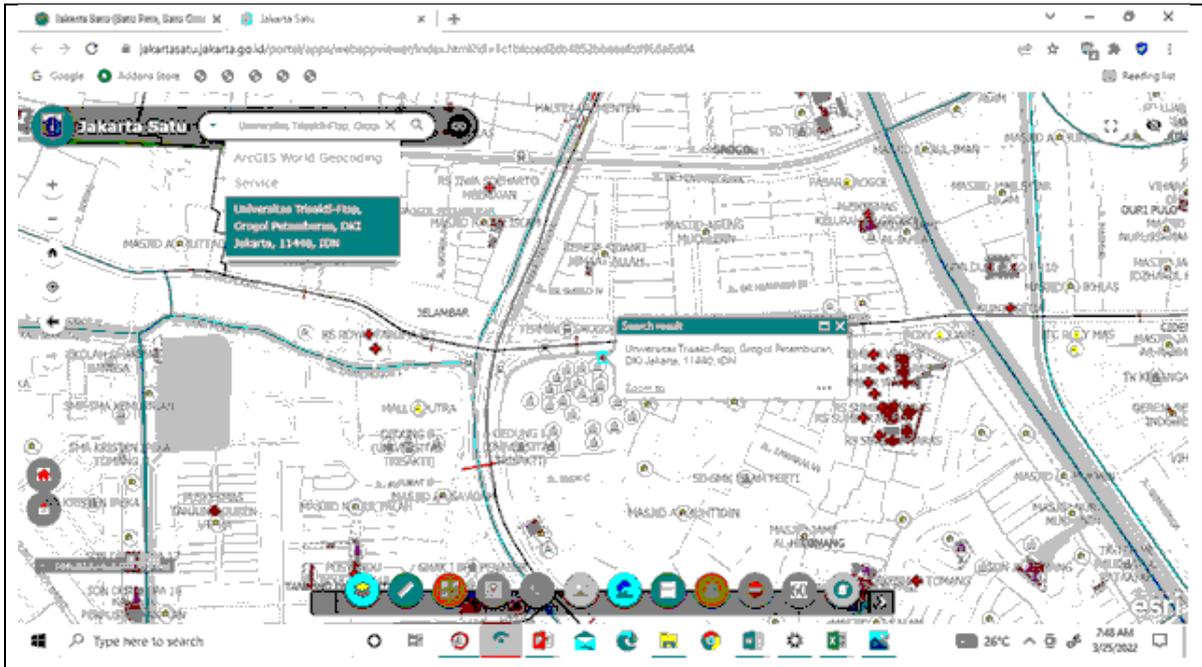
1. Pada tampilan tersebut (Gambar 5. 5) klik Peta, dan akan muncul peta seperti pada **Gambar 5.16**.
2. Pada bagian atas peta ketikkan nama lokasi yang hendak dituju, misalnya Universitas Trisakti. Dengan demikian peta akan *zoom* ke arah lokasi tersebut seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.17**.
3. Pilih Informasi peta yang diinginkan, beri tanda cek (✓), kemudian di klik pada peta Universitas Trisakti dan akan muncul informasi tentang Universitas Trisakti sebagai berikut:
 - Peta Bangunan
 - Peta Guna Tapak Eksisting
 - Rencana Rinci Tata Ruang Wilayah
 - Hasil yang tampil pada Penggunaan tapak :
 - Kegiatan : Pendidikan Tinggi
 - Penggunaan : Sosial Budaya
 - Sub Penggunaan : Pelayanan Pendidikan
4. Setelah langkah di atas, akan muncul tampilan seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 5.18**.
5. Selanjutnya pilih Informasi Rencana Kota, dan akan muncul tampilan Informasi Rencana Kota seperti pada **Gambar 5.19**. *Scroll* ke bawah untuk membaca seluruh informasi Rencana Kota tentang lokasi yang dituju selengkapnya.



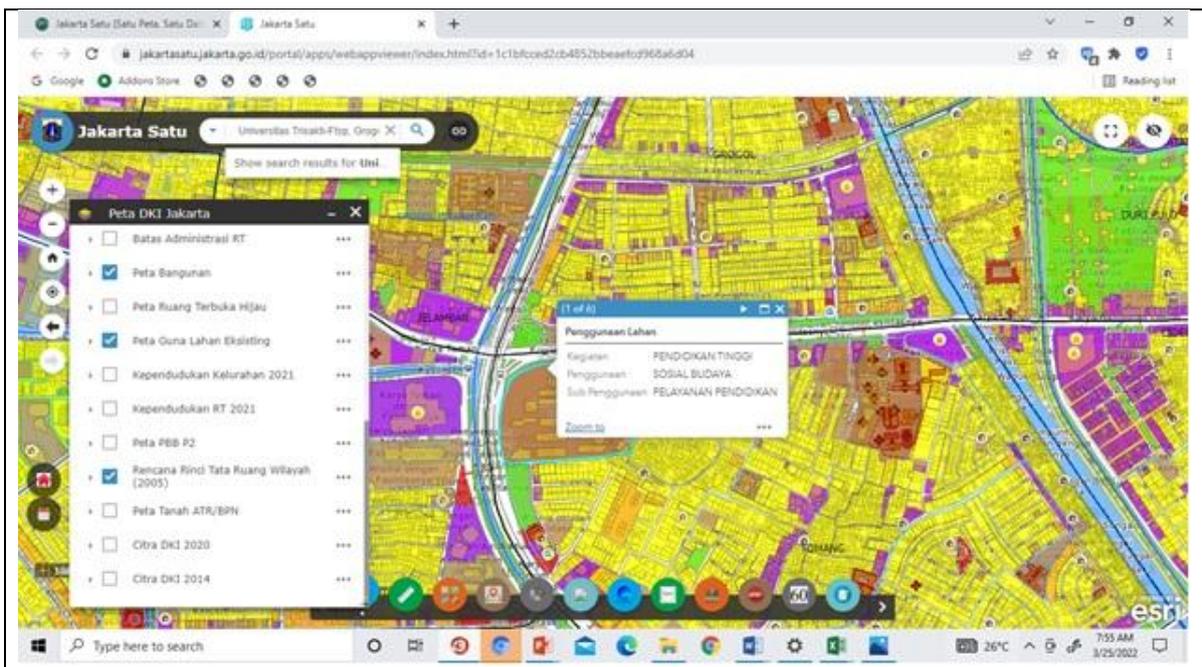
Gambar 5.15. Situs Jakarta Satu diakses melalui komputer.



Gambar 5.16. Peta dari situs Jakarta Satu.



Gambar 5.17. Peta lokasi yang hendak dicari datanya pada Jakarta Satu.



Gambar 5.18. Menu informasi yang ada pada Jakarta Satu.

Kode Blok	07
Sub Blok	001
Sub Zona	S.1 Sub Zona Prasarana Pendidikan
TPZ	KAWASAN PUSAT KEGIATAN SEKUNDER GROGOL
CD TPZ	a.b
ID Sub Blok	001.S.1.a.b
Zona	Zona Pelayanan Umum dan Sosial
PSL	P
KDB	55
KLB	3
KB	8
KDH	30
KTB	55
Tipe	T
Bangunan Bersyarat	PKL, Pertambangan Strategis, Pesantren, masjid, gereja, pura, kelenteng, vihara, rumah kecil sedang, rumah besar, rumah susun umum, asrama.
Bangunan Diizinkan	Musholla, Perkantoran Pemerintahan Nasional, Perkantoran Pemerintahan Daerah, Perkantoran Perwakilan Negara Asing, Parkir Sepeda, Parkir Kendaraan, Kel.Bermain, PAUD,TK dan Pendidikan Dasar, Pendidikan Menengah, Pendidikan Tinggi, Tempat Kursus dan Pelatihan, Penelitian Cagar Alam, Pusat Penelitian Kelautan, Pusat Penelitian Lain, Pusat Riset dan Pengembangan IPTEK, Puskesmas, Klinik dan Rumah Sakit Hewan, Hutan kota, Taman Kota, Kolam Retensi, Kepentingan Pertahanan
Gambar 5.19. Informasi tentang lokasi yang dicari dari Jakarta Satu.	

Selain yang telah diterangkan di atas banyak informasi lain yang bisa diakses dari situs Jakarta Satu. Sebagai contoh dari situs tersebut bisa diketahui Garis Sempadan Jalan dan batas administrasi RW dan RT. Kepada pembaca silakan buka situs Jakarta Satu dan melihat berbagai informasi yang cukup kaya dan mendetail dari situs tersebut.

Selain berbagai informasi yang telah diterangkan di atas, dalam situs Jakarta Satu ada juga fasilitas untuk menjaring pendapat publik tentang rencana tata ruang kota yang sedang berlaku. Melalui fasilitas tersebut, pembaca bisa ikut mengevaluasi tata ruang kota yang ada. Pendapat masyarakat yang dimasukkan ke Jakarta Satu berguna untuk mengembangkan tata ruang kota Jakarta di masa depan.

5.5. Penutup

Bab 5 ini membahas pengendalian intensitas pemanfaatan tapak. Walaupun tak sepenuhnya berupa komponen alam dari sebuah tapak, hal ini penting dimasukkan ke buku ini karena pengaruhnya yang besar pada lingkungan alami sebuah tapak. Sebagai contoh, koefisien-koefisien pengendalian intensitas pemanfaat tapak pada umumnya seperti KDB dan KDH adalah suatu usaha agar manusia tidak memanfaatkan seluruh luas tapaknya sebagai bangunan atau gedung. Komponen lainnya seperti GSB walau merupakan penekanan pada pentingnya ruang publik, juga masih terkait erat dengan pengendalian pemanfaatan komponen alam dari sebuah tapak. Nanti pada buku jilid berikutnya tentang komponen buatan, usaha untuk

mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak akan dibahas kembali tapi lebih diarahkan kepada fungsinya sebagai pengendalian pembangunan lingkungan buatan.

Dalam bab ini juga sudah di bahas beberapa jenis alat pengendalian intensitas pemanfaatan tapak baru yang umumnya bertujuan untuk memastikan agar pembangunan tidak meniadakan unsur alam yang dianggap penting bagi manusia. Sebagai contoh, berbagai garis sempadan (misalnya GSB) yang menjadi alat konvensional untuk mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak sudah berkembang menjadi *volume setback* yang ternyata bertujuan agar setiap tapak bisa mendapat energi matahari. *Volume setback* sangat penting bagi masyarakat yang sudah mengerti akan pentingnya energi dari matahari atau *solar energy*. Di Indonesia kesadaran masyarakat akan pentingnya *solar energy* sebagai energi yang terbarukan belum terlalu tinggi. Jadi wajar sekali bila pengendalian intensitas pemanfaatan tapak menggunakan *volume setback* masih berupa ide di kalangan ahli arsitektur dan perkotaan. Semoga dengan berkurangnya energi dari hidrokarbon, Indonesia mulai memperhatikan pentingnya *solar energy* yang sangat berlimpah di negara tropis seperti Indonesia.

Dalam bab ini juga dibahas tentang pentingnya sistim informasi publik tentang berbagai informasi yang terkait dengan pengendalian intensitas pemanfaatan tapak. Sulitnya untuk memperoleh informasi membuat masyarakat kurang sadar pembangunan yang berkelanjutan. Pengendalian intensitas pemanfaatan tapak adalah bagian utama dari usaha untuk melakukan pembangunan yang berkelanjutan tersebut. Semoga dengan berkembangnya sistim informasi publik yang terbuka, dan mudah untuk di akses, masyarakat bisa lebih sadar akan pentingnya koefisien pengendalian intensitas pemanfaatan tapak dalam pembangunan yang berkelanjutan. Inshaallah.

Soal Latihan

Agar keterangan di atas dapat difahami lebih dalam, pembaca dipersilakan untuk mengerjakan soal latihan sebagai berikut:

1. Dengan membuka *link* Jakarta Satu, cari informasi tentang berbagai koefisien pengendalian pemanfaatan tapak yang terkait dengan bangunan di mana pembaca tinggal.
2. Setelah mengetahui koefisien-koefisien yang diminta pada soal 1 di atas, selanjutnya periksa apakah bangunan di mana saudara tinggal sudah mematuhi koefisien-koefisien tersebut.
3. Koefisien manakah yang paling besar pelanggarannya? Kira-kira apa alasan pelanggaran tersebut?
4. Koefisien manakah yang paling kecil pelanggarannya? Kira-kira kenapa kecil pelanggaran koefisien tersebut?

Bab 6. ANALISA UTILITAS

Utilitas adalah bagian penting karena fungsinya sebagai pendukung kegiatan utama yang ada di sebuah tapak. Utilitas tapak umumnya terdiri atas fungsi-fungsi publik seperti jaringan listrik, gas, dan air bersih. Termasuk kategori utilitas ialah jaringan drainase, sistem pengelolaan sampah dan limbah. Bab 6 ini akan membahas utilitas dan kaitannya dengan segi teknis perancangan berdasarkan pengaruh atau dampak dari berbagai jenis utilitas kepada lingkungan.

Ada beberapa aspek yang penting di bahas dalam buku ini. Pertama ialah kedekatan sifat berbagai utilitas tapak dengan sistem yang ada di alam. Disadari atau tidak, manusia sering mengembangkan utilitas mengikuti prinsip-prinsip yang ada di alam. Hal ini yang menyebabkan utilitas yang baik bisa bermanfaat bagi tapak dan memberi dampak positif bagi kehidupan manusia, tapi bila tidak direncanakan dengan benar, dan kemudian dibangun tapi tak dirawat dengan baik, justru utilitas bisa menyebabkan kerusakan yang sangat serius kepada alam dan mengganggu kehidupan manusia (Lee et al., 1989; Bond dan Hopkins, 2000; l'anah et al., 2019).

Salah satu tujuan analisa tapak ialah untuk mengetahui besaran tapak yang telah dan akan digunakan untuk jaringan utilitas (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun, 2021). Besaran tersebut bisa diketahui dari dua hal. Pertama ialah dari posisi utilitas itu dalam hirarkinya. Sebagai contoh, jalan primer tentu akan mempunyai dimensi yang lebih besar daripada jalan sekunder. Kedua, besaran tersebut juga bisa diketahui dari besaran dimensi dan jarak bebas yang berlaku untuk suatu jenis utilitas tertentu. Sebagai contoh, jarak bebas yang dibutuhkan oleh jaringan listrik tegangan tinggi lebih besar daripada jaringan dengan tegangan yang lebih rendah (Alasmry et al., 2016). Walaupun demikian tidak semua jenis utilitas sensitif terhadap hirarki dan jarak bebas. Seperti yang telah diterangkan di Bab 5, utilitas jalan relatif sensitif terhadap hirarki dan jarak bebasnya seperti yang diatur oleh GSJ. Tapi jaringan air bersih, karena sifatnya yang relatif bisa dikendalikan tidak terlalu sensitif terhadap hirarki dan besaran jarak bebas tertentu.

Dalam bab ini jenis hirarki dan ruang yang dibutuhkan oleh utilitas akan dibahas satu persatu mulai dari hirarki yang berlaku, dan ukuran jarak bebas yang menurut standar harus dimiliki oleh jenis utilitas tertentu. Jaringan utilitas yang akan di bahas dalam bab ini meliputi jaringan jalan, drainase, listrik, pembuangan limbah, gas, air bersih, telekomunikasi, sistem penanganan kebakaran dan transportasi umum. Di akhir Bab 6 dibahas tentang peta utilitas meliputi prinsip-prinsip yang penting ada dalam peta dan cara-cara pembuatannya, disertai dengan contoh-contoh. Kemudian, sebelum daftar literatur ada soal-soal latihan untuk pembaca untuk memperdalam pemahaman tentang hal-hal yang sudah diterangkan sebelumnya.

6.1. Jaringan Jalan

Pembahasan tentang hirarki dan jarak bebas jalan (GSJ) telah diterangkan di Bab 5. Dalam bab tersebut jarak-bebas jalan yang dikenal dengan GSJ dianggap sebagai alat untuk mengendalikan intensitas pemanfaatan tapak. Dalam bab ini akan dibahas lebih lengkap lagi tentang hirarki dan jarak bebas jalan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia, sebagai pendukung kegiatan manusia dengan jarak bebas yang membutuhkan porsi tertentu dari tapak. Dari jaringan jalan yang eksisting, bisa diketahui luas tapak yang telah dipakai untuk jalan. Selanjutnya bagi jalan yang direncanakan bisa diperkirakan luasan tapak yang harus disediakan bagi rencana jalan tersebut.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 03/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan, klasifikasi jalan dapat dilihat pada **Tabel 6.1**. Definisi masing-masing klasifikasi jalan dapat dilihat pada **Gambar 6.1** dan **Gambar 6.2**. Dari gambar tersebut bisa diketahui bahwa menurut kedua peraturan pemerintah tersebut, ada dua sistim jaringan jalan. Pertama ialah sistim jaringan jalan primer yang bersifat nasional (Gambar 6.1). Kedua ialah sistim jaringan jalan sekunder di lingkungan perkotaan (Gambar 6.2).

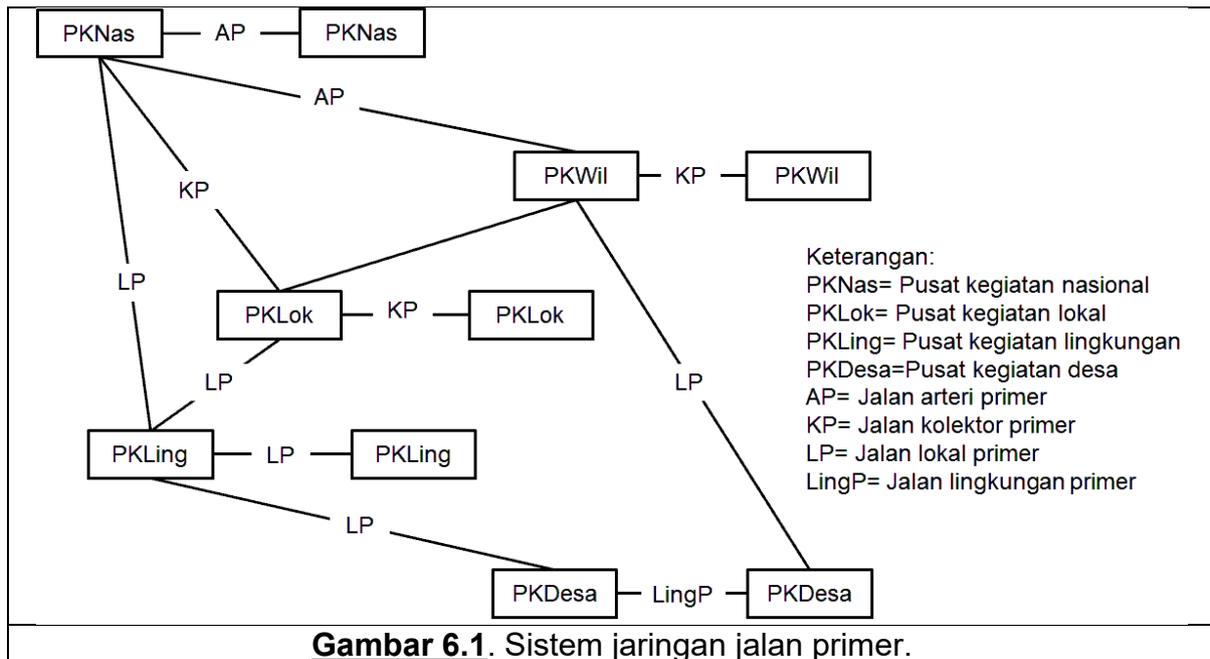
Tabel 6.1. Klasifikasi jalan.

No.	Klasifikasi Jalan	Kecepatan terendah (km/jam)	Lebar minimum (m)
1	Arteri primer.	60	11.0
2	Kolektor primer	40	9.0
3	Lokal primer	20	7.5
4	Lingkungan primer	15	6.5
5	Arteri sekunder	30	11.0
6	Kolektor sekunder	20	9.0
7	Lingkungan sekunder	10	3.5

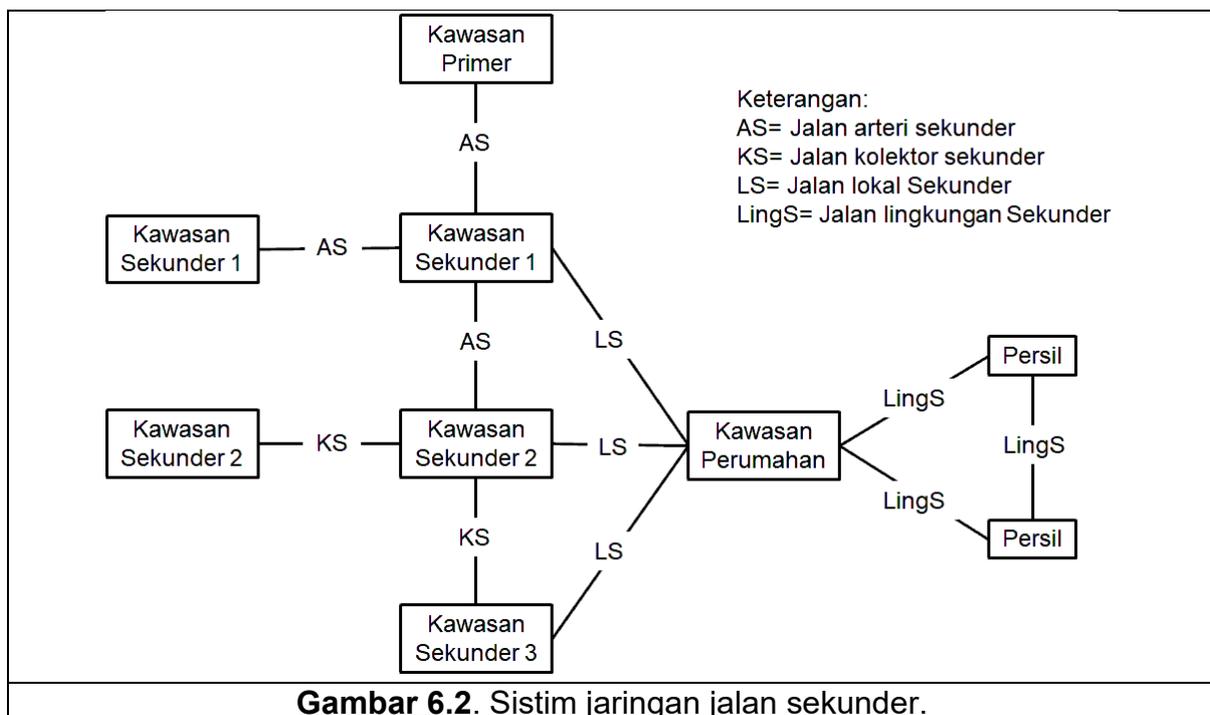
Selain lebar jalan seperti yang bisa dilihat di Tabel 6.1, tiap kelas jalan mempunyai garis sempadan jalan (GSJ) tertentu. GSJ menentukan luasan tapak yang diperlukan untuk jalan. Jalan eksisting di dalam tapak atau dekat pada tapak akan menggunakan sebagian luas tapak untuk GSJ sehingga tak bisa diperuntuk bagi fasilitas lain. Bagi jalan yang direncanakan baik di dalam maupun luar tapak, pemilik tapak harus menyediakan sebageian dari tapaknya untuk mewardahi rencana tersebut.

Tabel 6.2 berisi jarak GSJ dengan GSB berbagai kelas jalan yang dapat dilihat pada Tabel 6.1, Gambar 6.1 dan Gambar 6.2. Sebagai contoh, untuk sebuah tapak yang berbatasan dengan jalan arteri primer, harus disediakan ruang bebas minimum selebar 10 meter diukur dari GSB ke GSJ. Jadi kalau panjang jalan yang berbatasan dengan tapak adalah 50 meter, maka luas tapak yang harus dibebaskan dari bangunan adalah 50 m x 10 m, sama dengan 500 m². Sebuah luasan yang cukup besar bagi sebuah tapak pada umumnya. Yang lebih menyulitkan lagi, sesuai dengan hirarki jalan yang dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2, pemilik tapak tidak diperkenankan untuk membuat akses masuk ke tapak dari sisi jalan arteri primer.

Aspek lain yang terkait dengan jaringan jalan ialah tingkat kemacetan yang ada pada suatu segmen jalan. Tingkat kemacetan jalan yang ada berbatasan dengan tapak perlu dianalisa karena menyangkut berbagai hal terkait dengan perancangan tapak. Biasanya kemacetan jalan disebabkan karena beberapa hal, diantaranya disebabkan karena akses ke tapak langsung dari jalan dengan klasifikasi tinggi seperti jalan primer. Perubahan mendadak kecepatan kendaraan dari jalan primer dengan kecepatan relatif tinggi ke jalan lokal sekunder yang lebih lambat akan menyebabkan kemacetan. Akses ke dalam tapak hendaknya jangan ditempatkan dekat dengan segmen jalan yang macet (Subotić dan Radović, 2020).



Gambar 6.1. Sistem jaringan jalan primer.



Gambar 6.2. Sistim jaringan jalan sekunder.

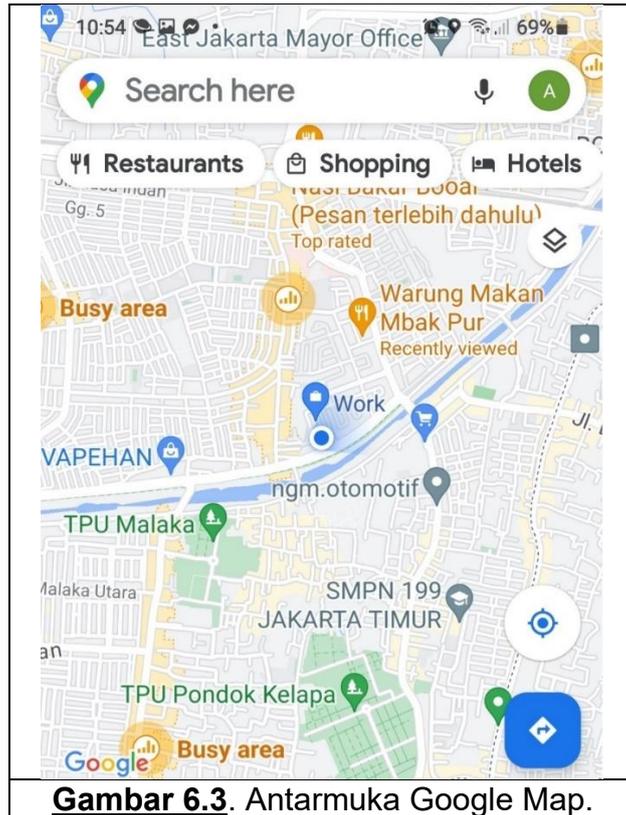
Tabel 6.2. GSJ berbagai klas jalan.

No.	Klasifikasi Jalan	Lebar zona GSJ (m)
1	Arteri primer.	10
2	Kolektor primer	7.5
3	Lokal primer	4.5
4	Lingkungan primer	10
5	Arteri sekunder	10
6	Kolektor sekunder	5
7	Lingkungan sekunder	3

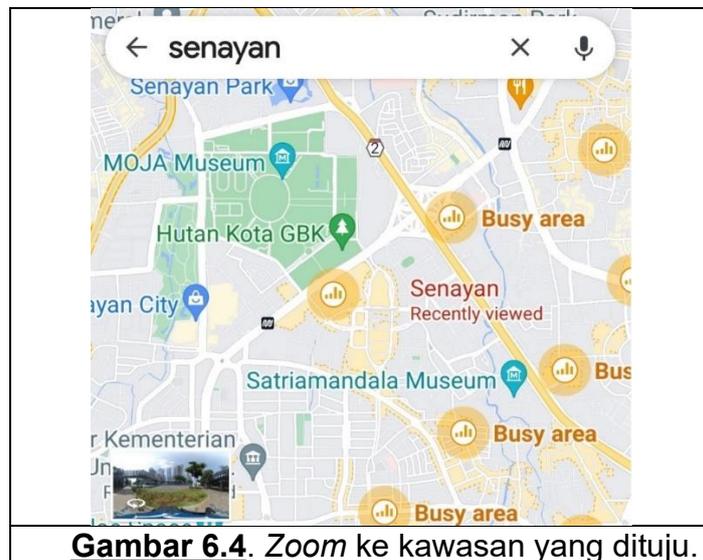
Berikut ini akan dijelaskan cara memanfaatkan Google Map untuk melihat tingkat kemacetan di suatu segmen jalan. Langkah-langkah untuk melihat tingkat kemacetan menggunakan Google Map adalah sebagai berikut:

1. Pada ponsel, buka Google Map dan akan terlihat antarmuka (*interface*) seperti pada **Gambar 6.3**.
2. Isikan pada kotak "*Search here*" nama tempat yang hendak dituju. Misalnya segmen jalan yang hendak dilihat tingkat kemacetannya adalah jalan Sudirman mulai dari Semanggi hingga Bundaran Senayan. Supaya peta *zoom* ke kawasan tersebut, di *Search here* isikan Senayan. Peta sekitar Kawasan Senayan akan terlihat seperti pada **Gambar 6.4**.
3. Klik *Direction* dan akan muncul peta seperti pada **Gambar 6.5**. Terlihat peta meluas, karena peta kembali ke posisi awal di kalau Google Map dibuka. Lanjutkan saja ke Langkah berikutnya.
4. Pada "*Your location*" klik tanda x dan pilih "*Chose on map*". Tempatkan tanda merah di salah satu ujung Jalan Sudirman di dekat Bundaran Semanggi sebagai awal segmen jalan.
5. Berikutnya pada tulisan Senayan klik tanda x dan pilih "*Chose on map*", dan tempatkan tanda merah di ujung jalan Sudirman yang dekat Bundaran Senayan sebagai tujuan, dan akan muncul peta seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.6**.

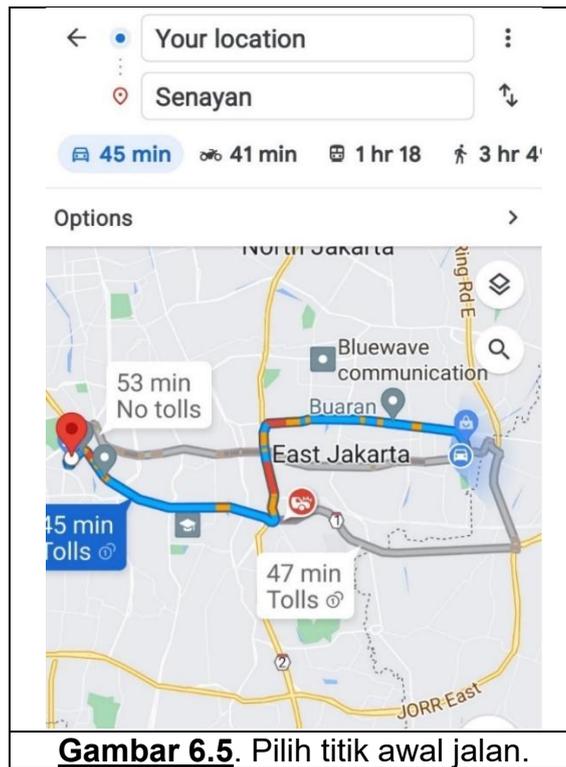
Dalam peta pada Gambar 6.6 terlihat segmen jalan Sudirman mulai dari Jembatan Semanggi hingga Bundaran Senayan terbagi menjadi segmen warna biru, orange dan merah. Segmen jalan yang berwarna biru menunjukkan bahwa kondisi segmen tersebut lancar dan tidak macet. Segmen jalan yang berwarna merah menunjukkan bahwa segmen tersebut macet. Makin gelap warna merah segmen jalan makin macet kondisi jalan tersebut.



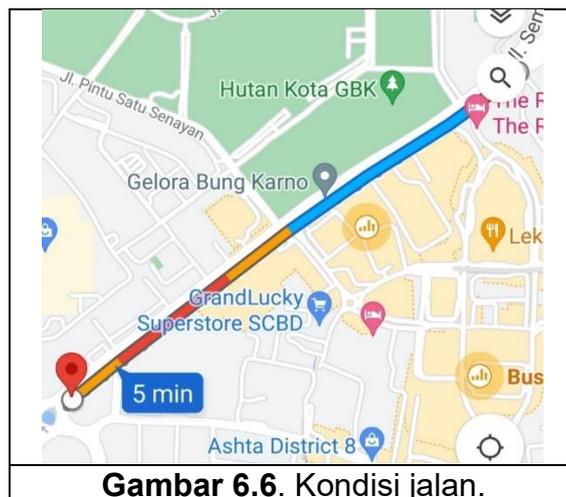
Gambar 6.3. Antarmuka Google Map.



Gambar 6.4. Zoom ke kawasan yang dituju.



Gambar 6.5. Pilih titik awal jalan.



Gambar 6.6. Kondisi jalan.

6.2. Jaringan Drainase

Jaringan drainase juga mengikuti suatu hirarki tertentu. Walau tak serumit hirarki jalan, berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor: 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, drainase perkotaan mempunyai hirarki seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 6.3**. Tiap kelas saluran drainase juga mempunyai kebutuhan ruang tertentu. Menurut peraturan di atas, garis sempadan saluran drainase adalah wewenang Pemerintah Daerah, oleh karena itu untuk mengetahui lebar garis sempadan saluran drainase perlu dilihat dari peraturan daerah setempat.

Tabel 6.3. Hirarki drainase perkotaan.

No.	Jenis saluran	Fungsi saluran
1	Saluran primer	Mengalirkan air dari saluran sekunder ke sungai.
2	Saluran sekunder	Mengumpulkan air dari saluran tersier dan mengalirkan air tersebut ke saluran primer.
3	Saluran tersier	Mengumpulkan limbah cair domestik dan mengalirkannya ke saluran sekunder.
4	Saluran kuartier	Mengumpulkan aliran limbah dari rumah dan menyalurkannya ke saluran tersier.

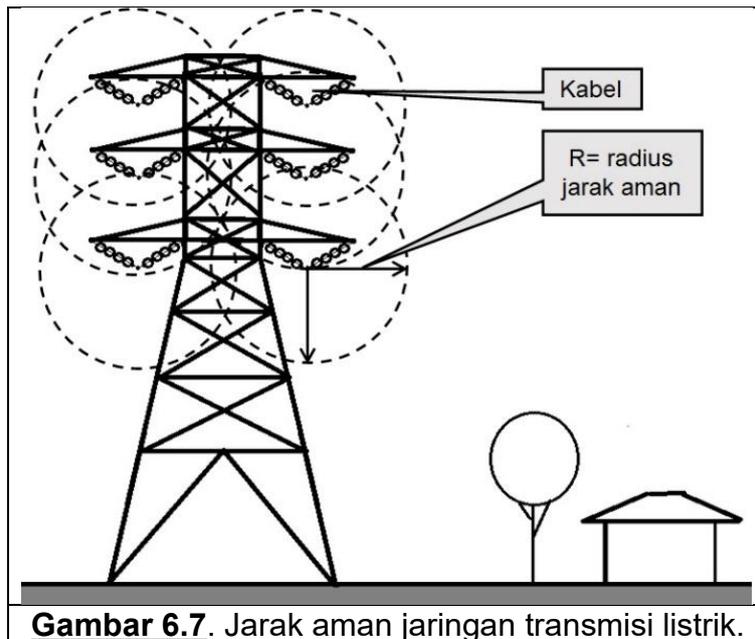
6.3. Jaringan Listrik

Hierarki jaringan distribusi listrik diatur berdasarkan tegangan yang ditransmisikan oleh suatu jaringan (Peraturan Menteri ESDM No. 2, 2015). Pada **Tabel 6.4** bisa dilihat klasifikasi jaringan distribusi listrik berdasarkan tegangan. Dalam tabel tersebut ada dua jenis saluran, pertama ialah saluran udara yang didukung oleh tiang atau menara transmisi, dan kedua ialah saluran yang berupa kabel dengan isolasi sehingga terpisah dari udara terbuka. Saluran kabel ini bisa ditanam di bawah tanah, juga bisa ditarik di bawah permukaan laut.

Kabel listrik udara terbuka mengeluarkan radiasi yang berbahaya bagi manusia. Makin tinggi voltase jaringan, makin besar pula radiasinya (Ahmadi et al., 2010). Oleh sebab itu perlu ada jarak bebas tertentu dari kabel listrik agar manusia tidak terkena dampak negatif dari jaringan tinggi seperti kanker dan penyakit lainnya (American Cancer Society, 2017). Jarak aman tersebut berbentuk suatu lingkaran dengan kabel sebagai titik pusatnya seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.7**. Radius lingkaran jarak aman itu dapat dilihat pada **Tabel 6.4**. Bila ada jaringan distribusi listrik ke SUTET atau SUTT jarak aman ini akan memakan sebagian luas tapak, padahal tidak mungkin kebutuhan listrik tapak ditarik langsung dari jaringan tegangan tinggi seperti itu. Hal ini tentu akan merugikan pemilik tapak.

Tabel 6.4. Jaringan distribusi listrik (PERMEN ESDM, No. 2, Tahun 2015).

No.	Klasifikasi	Tegangan (kV)	Radius, (m)
1.	Jaringan Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET)	200-500	7-9
2.	Jaringan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT)	30-150	4.5-5
3.	Jaringan Saluran Kabel Tegangan Tinggi (SKTT)	30-150	-
4.	Jaringan Saluran Udara Tegangan Rendah (SUTR)	40V-1	-
5.	Jaringan Kabel Tegangan Rendah (SKTR)	40V-1	-



6.4. Pembuangan Limbah

Ada dua jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan manusia. Pertama ialah limbah cair, dan kedua ialah limbah padat. Sebelum dialirkan ke jaringan drainase, limbah cair harus diolah terlebih dahulu hingga mutunya memenuhi standar tertentu. Besarnya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tergantung pada jumlah manusia yang limbahnya akan di olah oleh instalasi tersebut. IPAL membutuhkan tapak $0.14\text{m}^2/\text{jiwa}$.

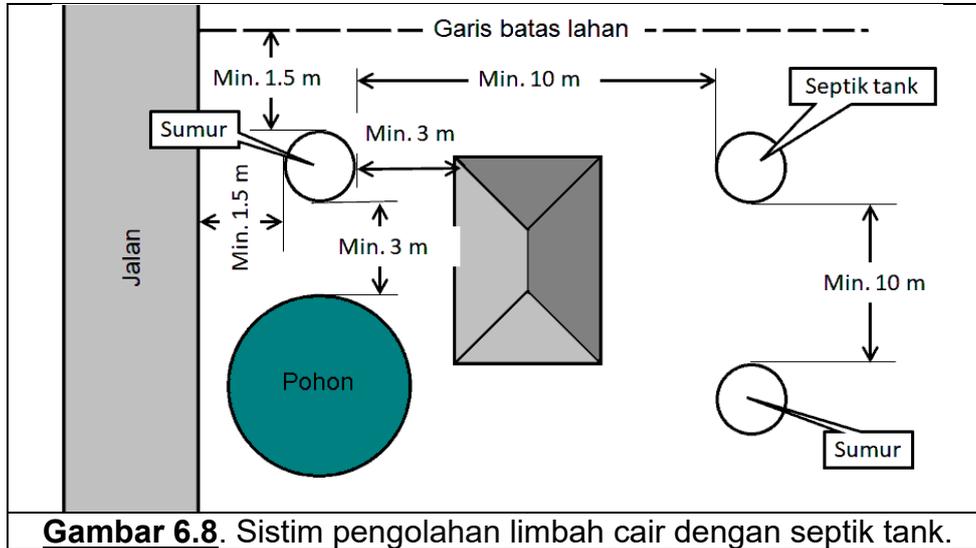
Untuk skala domestik, pengolahan limbah cair dilakukan dengan mengguna septik tank. Sistim ini terdiri atas dua bagian (Dekoruma, 2019). Pertama ialah septik tank berbentuk sumur kedap air tempat limbah diendapkan. Septik tank menggunakan ruang $0.2\text{ m}^3/\text{jiwa}$. Untuk satu rumah tangga dengan 3 anggota akan diperlukan 0.6 m^3 septik tank. Agar tidak mencemari lingkungan, septik tank harus kedap air. Bagian kedua ialah daerah resapan. Setelah sebagian limbah diendapkan di septik tank, air yang dihasilkan sudah relatif bersih dan siap diresapkan ke daerah resapan.

Walaupun air dari septik tank sudah relatif bersih (Wimbadi dan Sutomo, 2002), disyaratkan agar daerah resapan berada paling sedikit sejauh 10 meter dari sumur artesis (**Gambar 6.8**). Dengan demikian air dari septik tank tak mencemari sumber air tanah. Walaupun skala kecil, sistim pengolahan limbah cair dengan septik tank akan memakan sebagian ruang dari tapak. Jadi dalam perancangan sistim pengotapak limbah, baik yang berskala kecil seperti septik tank maupun yang berskala besar seperti IPAL kebutuhan ruang tersebut harus diperhatikan dengan baik agar pengolahan limbah cair tidak mencemari lingkungan.

Jenis limbah kedua ialah limbah padat yang sering disebut sampah. Hirarkhi sistim pengolahan sampah adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penampungan Sementara (TPS).
2. Tempat Pengolahan Sampah *Reuse, Reduce, Recycle* (TPS 3R).

3. Stasiun Peralihan Antara (SPA).
4. Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST).
5. Tempat Pembuangan Akhir (TPA).



Sampah dari rumah atau bangunan dikumpulkan ke TPS. Dari TPS selanjutnya sampah di bawa ke TPA. Sebelum ke TPA, bila sampah dari rumah atau bangunan hendak diolah terlebih dahulu, maka sampah tersebut bisa dibawa ke TPS 3R untuk dipisah menjadi bagian yang masih bisa digunakan (*reuse*), dipilah menjadi bagian yang masih berguna dan yang tak berguna lagi (*reduce*), kemudian yang masih berguna di-*recycle* kembali. Dalam skala yang lebih besar, sampah dibawa ke TPST untuk diolah menjadi benda-benda yang berguna atau dibakar dalam *incinerator* untuk menghasilkan energi.

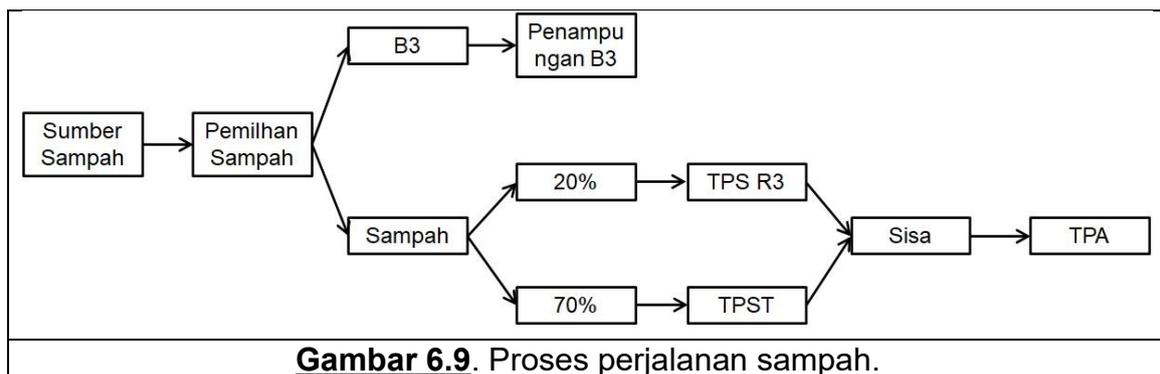
Menurut PerMen PU nomor 3/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga dan PerMen Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2010 tentang Pedoman Pengelolaan Sampah, berbagai fasilitas persampahan tersebut mempunyai kriteria perancangan tertentu. Dalam bab ini akan diterangkan beberapa kriteria tentang pengelolaan sampah yang terkait dengan pemanfaatan tapak sebagai berikut:

1. Luas TPS paling besar adalah 200 m². Sampah hanya boleh disimpan di TPS paling lama 24 jam. Hanya 5 jenis sampah yang boleh disimpan sementara di TPS.
2. Luas TPS 3R minimum adalah 200 m². Sama dengan TPS, hanya 5 jenis sampah yang boleh diolah di TPS 3R. Lokasi TPS 3R maksimum adalah 1 kilometer dari daerah hunian yang dilayaninya. Luas 200 m² belum termasuk zona penyangga yang harus disediakan bagi TPS 3R.
3. Luas SPA minimum adalah 20000 m². Timbulan sampah yang diolah di SPA adalah 500 ton/hari. Untuk skala hunian luas SPA minimum adalah 600 m². Timbulan sampah yang ditangani oleh SPA skala hunian adalah 20-30 ton/hari. Radius layanan SPA maksimum adalah 1 kilometer.
4. Luas minimum TPST adalah 20000 m². Radius layanan TPST minimum adalah 500 m.

- Persyaratan TPA jauh lebih rumit daripada TPS dan lainnya. Hal ini karena sampah yang disimpan di TPA bersifat permanen sehingga kemungkinan sampah untuk mencemari lingkungan sangat tinggi.

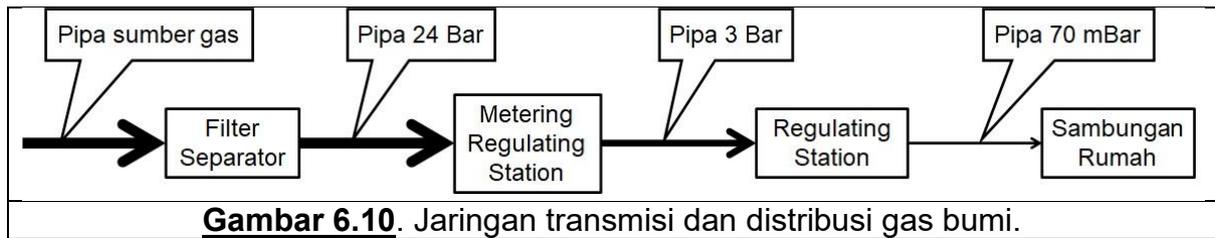
Hubungan berbagai fasilitas persampahan di atas dapat digambarkan seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.9**. Dalam gambar tersebut urutan pergerakan sampah dimulai dari sumber sampah kemudian dipilah menjadi 5 jenis sampah (kertas, gelas, organik, bahan beracun dan berbahaya, atau B3, dan residu). Selanjutnya setelah sampah B3 dipisah, sisanya 30% dibawa ke TPS dan 70% dibawa ke TPST. Sebagian sampah tersebut di mengalami R3, dan sisanya sekitar 20 % yang masih tersisa dibawa dan disimpan di TPA.

Bagi perancangan tapak skala besar seperti perumahan hal di atas perlu diperhatikan karena akan memakan banyak tapak untuk pembangunannya. Makin luas tapak, makin besar tapak yang harus disediakan untuk menangani limbah padat alias sampah. Sebagai contoh pemerintah telah menetapkan luas Perumahan Masyarakat Berpenghasilan Rendah (MBR) minimum adalah 5000 m². Untuk melayani perumahan MBR, akan memerlukan tapak minimum sebesar 12% dari total luas tapak. Sebuah luasan yang cukup signifikan bagi pembangunan di wilayah perkotaan.



6.5. Jaringan Gas

Menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri dan Sumber Daya Mineral Nomor 19 Tahun 2009 tentang Kegiatan Usaha Gas Bumi Melalui Pipa, penyaluran gas bumi melalui pipa meliputi kegiatan transmisi dan distribusi melalui pipa penyalur dilakukan secara terpadu. Hal ini berarti jaringan pipa gas seperti umumnya jaringan utilitas, juga mempunyai hirarki dan kriteria perancangan yang perlu diperhatikan dalam menganalisa tapak. Klasifikasi jaringan gas bumi didasarkan pada tekanan gas yang dialirkan di dalam pipa. **Gambar 6.10** memperlihatkan klasifikasi tersebut. Pipa yang paling besar dari sumber gas tekanan 24 Bar, dan sebelum masuk ke dalam sambungan rumah telah diturunkan menjadi 70 mBar.



Pipa gas yang bertekanan memerlukan suatu pelindung dari kegiatan manusia di atasnya sehingga tidak mudah bocor. Oleh karena itu tiap pipa gas dilindungi dengan ROW (*Right of Way*) tertentu. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 mewajibkan pengusaha untuk menyediakan tanah tempat digelarnya Hak Lintas Pipa (*Right of Way*) bagi pipa gas. Pemilik tanah dilarang menghalang-halangi penggelaran, pengoperasian, dan pemeliharaan pipa penyalur. Hal ini menunjukkan bahwa ROW pipa dianggap sebagai ruang publik. Selanjutnya berdasarkan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 245 Tahun 2017, ada standar resmi tentang ROW pipa gas. **Tabel 6.5** memperlihatkan jarak bebas bagi pipa gas yang disusun berdasarkan tekanan gas dalam pipa sehingga bisa dikorelasikan kepada diagram yang ada pada Gambar 6.10. Selain untuk melindungi pipa, jarak bebas ini perlu diberi tanda agar tidak terlupakan dan menyulitkan pembangunan di masa depan.

Tabel 6.5. Jarak bebas pipa gas (Perda Kab. Demak, Nomor 1 tahun 2015).

No.	Diameter pipa (Inchi)	Tekanan (Bar)	Jarak bebas (m)
1.	2-10	4-16	2
2.	8-10	16-80	3
3.	8-10	50-100	3
4.	10-48	16-80	3-7
5.	10-48	50-100	3.5-7.5

Jarak bebas tersebut pada Tabel 6.5 adalah jarak yang diukur dari titik pusat potongan pipa. Jarak tersebut paling kecil hampir sama dengan GSJ untuk jalan lokal (3 meter). Jadi bila pada tapak atau dekat tapak terdapat jaringan gas, perlu disediakan ruang bebas selebar jarak bebas yang bisa dilihat pada Tabel 6.5. Jarak bebas ini juga perlu diperhatikan di kala akan menarik jaringan pipa ke dalam tapak. Sebagai contoh, pipa terkecil dengan tekanan terendah yang biasanya digunakan untuk mendistribusikan gas ke tapak adalah pipa berdiameter 2 inchi dengan tekanan 4 Bar dengan jarak bebas 2 meter. Jadi untuk menarik pipa sejauh 10 meter ke dalam tapak maka akan diperlukan ruang bebas sebesar 20 meter persegi.

6.6. Jaringan Air Bersih,

Jaringan air bersih juga mempunyai hirarki (Dwirari et al., 2022). Secara garis besar berdasarkan kebutuhan air suatu kawasan tertentu, ada tiga kategori atau

klasifikasi pipa air bersih. Klasifikasi pertama ialah Pipa Primer (utama), kemudian lebih kecil lagi Pipa Transmisi (pembawa) dan terakhir ialah Pipa Distribusi (pembagi). Kemudian berdasarkan kebutuhan air bersih, pipa air bersih dibedakan atas pipa untuk jaringan air bersih tingkat kecamatan dan tingkat kota. **Tabel 6.6** memperlihatkan klasifikasi pipa air bersih berdasarkan klasifikasi di atas.

Tabel 6.6. Diameter pipa untuk klasifikasi pipa air bersih.

No.	Klasifikasi pipa	Kawasan Kecamatan (mm)	Kawasan Kota (mm)
1.	Pipa Primer (utama)	100	100-150
2.	Pipa Transmisi (pembawa)	75	75-100
3.	Pipa Distribusi (pembagi)	50	50-75

Tiap klasifikasi pipa, sesuai dengan diameternya perlu dilindungi dari gangguan seperti pembangunan jalan atau gedung. Perlindungan terhadap pipa air bersih ini dilakukan dengan menerapkan suatu jarak bebas tertentu. Jarak Bebas untuk pipa air bersih didasarkan pada lebar galian dapat dilihat pada **Tabel 6.7**.

Tabel 6.7. Jarak bebas pipa air bersih berdasarkan diameter pipa (Sukarto, 2017).

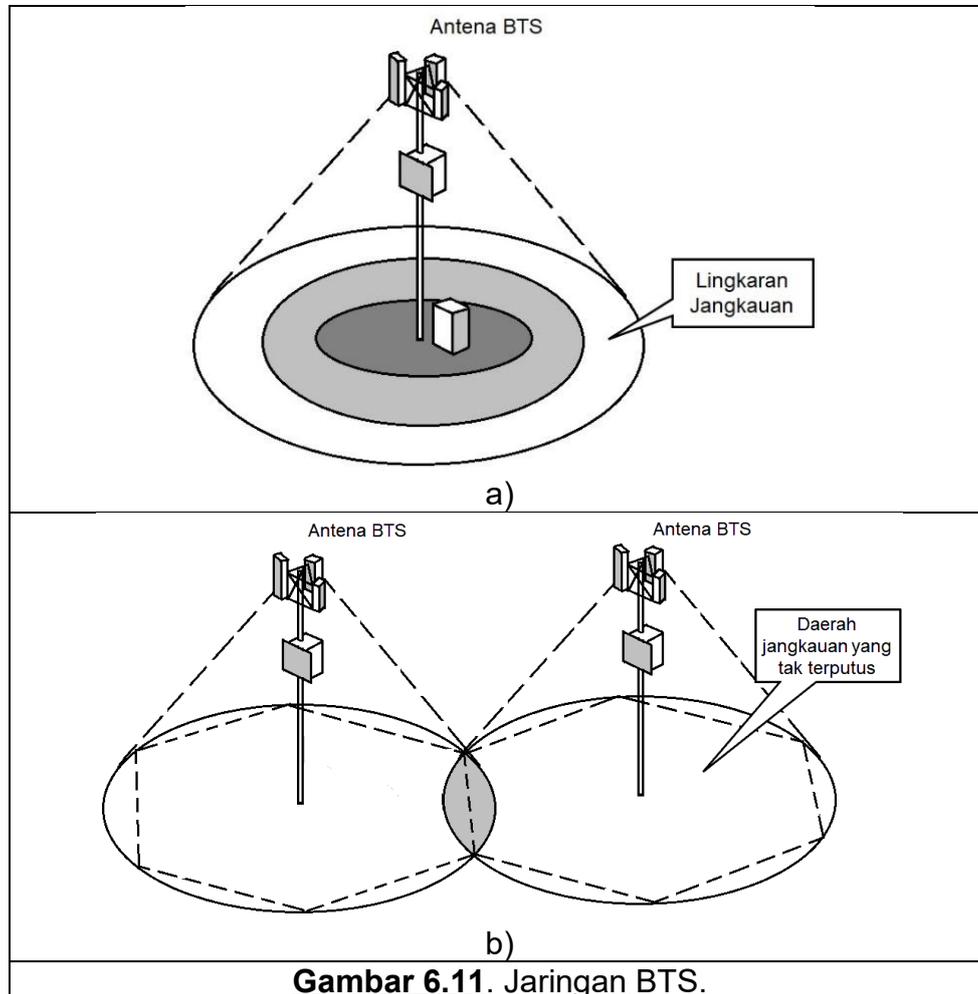
No.	Diameter Pipa (mm)	Lebar galian (mm)	Dalam galian (mm)
1.	50-100	750	700
2.	150-195	850	800

6.7. Jaringan Telekomunikasi

Jaringan telekomunikasi pada masa sekarang yang penting diperhatikan ialah yang bersifat seluler. Telekomunikasi seluler sangat dipengaruhi oleh penyebaran spasial *Base Transceiver Station* atau BTS. Tiap BTS mempunyai lingkup jangkauan tertentu. Jangkauan ini dipengaruhi oleh topografi dan kepadatan bangunan. Makin padat bangunan yang ada disekitar sebuah BTS, makin sempit daya jangkauannya. Idealnya persebaran BTS membentuk suatu lingkaran jangkauan yang tak terpisah atau *seamless* (Rosyidah, 2017). Dengan demikian tidak akan tercipta area *blank spot* di mana telepon seluler tidak bisa digunakan dengan baik (**Gambar 6.11**). Oleh karena itu diperlukan sejenis jarak bebas bagi BTS yang berfungsi untuk melindungi area jangkauannya.

Setiap Antena BTS memiliki suatu jangkauan tertentu yang berupa lingkaran dengan lokasi antena sebagai pusat lingkaran. Telepon seluler yang ada di luar lingkaran tersebut akan berada di area *blank spot* dan tidak bisa digunakan untuk berkomunikasi. Oleh karena itu telepon seluler dilayani oleh beberapa BTS yang diatur

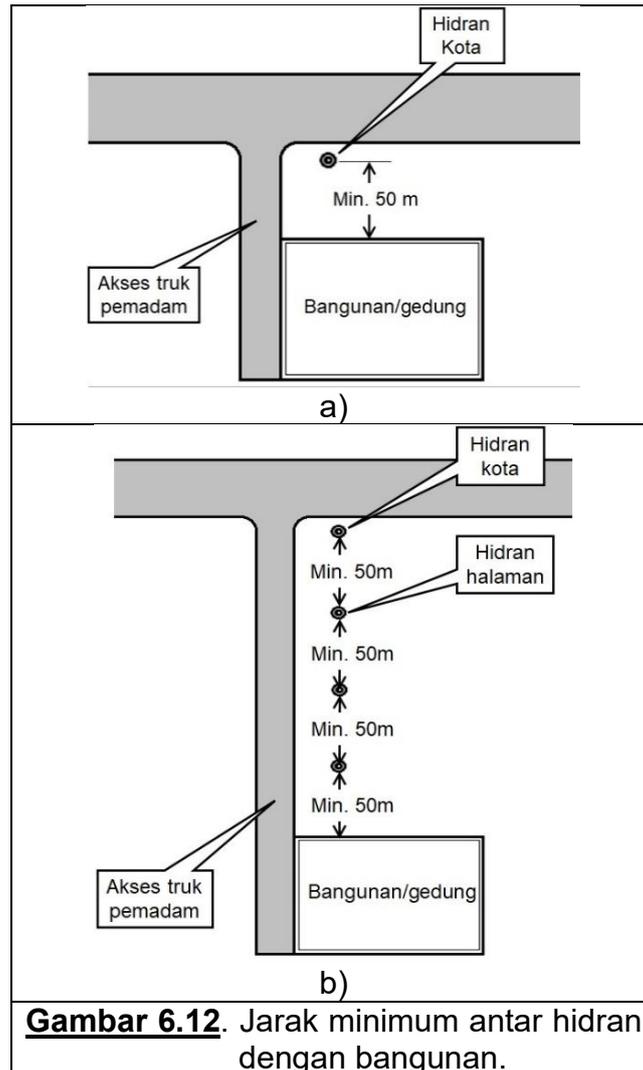
sedemikian rupa berbentuk suatu jaringan lingkaran jangkauan yang saling *overlap*. Dengan demikian dari sejumlah antenna BTS bisa dibentuk area jangkauan yang tak terpisah dengan bentuk geometris hexagon seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6.11 di bawah ini.



Gambar 6.11. Jaringan BTS.

6.8. Sistem Penanganan Kebakaran

Di kala terjadi kebakaran, baik di dalam bangunan atau di ruang luar, petugas pemadam kebakaran seyogyanya bisa segera mencapai titik api dengan segera. Sebagai contoh bila terjadi kebakaran pada bangunan, peralatan kebakaran seperti mobil pemadam harus bisa mencapai bangunan tersebut pada jarak tertentu. Setelah mendekati, petugas pemadam kebakaran perlu menyambungkan alat pompa air ke hidran kota yang terdekat. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, tiap bagian dari jalur akses mobil kebakaran di tapak harus dalam jarak bebas 50 meter dari hidran kota atau rangkaian hidran halaman. Bila tidak ada hidran kota yang memenuhi syarat tersebut, harus dibuat beberapa hidran halaman berjarak paling jauh 50 meter, hingga hidran terdekat paling dekat berjarak lebih kecil daripada 50 meter dari bangunan (**Gambar 6.12**).



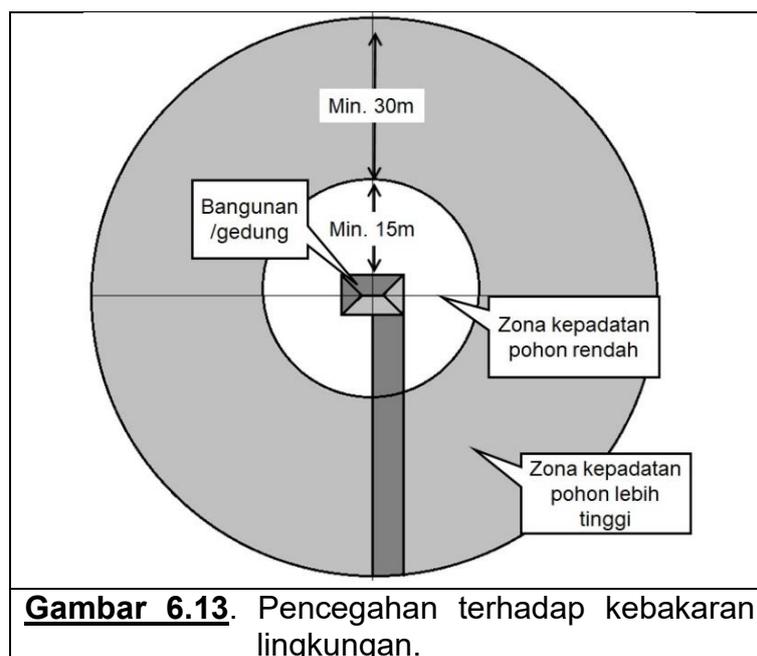
Berdasarkan peraturan di atas, agar api tidak meluas ditentukan juga jarak minimum antara bangunan seperti yang dapat dilihat pada **Tabel 6.8**. Sebagai contoh, untuk bangunan tinggi di atas 40 meter, jarak bangunan harus paling sedikit 8 meter. Pada tabel tersebut jarak antar bangunan ditentukan berdasarkan tinggi bangunan. Jarak antar bangunan ini hanya untuk mencegah meluasnya api dan berbeda dengan GSB yang sudah dibahas di atas.

Tabel 6.8. Jarak antar bangunan agar bila terjadi kebakaran, api tidak meluas.

No.	Tinggi bangunan (m)	Jarak minimum antar bangunan/gedung (m)
1.	Sampai dengan 8	3
2.	Antara 8 hingga 14	Antara 3 sampai 6
3.	Antara 14 hingga 40	Antara 6 sampai 8
4.	Lebih dari 40	Lebih besar dari 8

Seperti yang telah diterangkan sebelumnya, jarak antar bangunan ditentukan oleh berbagai tujuan seperti pengendalian intensitas pemanfaatan tapak, kebutuhan akan sinar matahari, *escape route* di kala bencana, dan kemungkinan kerusakan struktur akibat benturan antar bangunan di kala gempa. Jarak bebas antar bangunan yang dapat dilihat pada Tabel 6.8 tujuannya hanya untuk mencegah meluasnya api bila terjadi kebakaran pada bangunan/gedung. Dari Gambar 6.12 dan dan Tabel 6.8, bisa dilihat bahwa untuk mempersiapkan diri bila terjadi kebakaran perlu persiapan yang memerlukan luasan tapak tertentu. Arsitek harus melihat kondisi eksisting tapak untuk melihat kesiapan tapak dalam menghadapi bencana kebakaran. Bila ternyata tapak belum memenuhi syarat-syarat yang telah disebutkan di atas, arsitek perlu memasukkan luasan dari berbagai kebutuhan yang menyangkut persiapan pemadaman kebakaran yang telah disebut di atas.

Selain kebakaran terhadap bangunan/gedung, perlu juga mempersiapkan tapak terhadap bahaya kebakaran lingkungan seperti kebakaran hutan yang mungkin terjadi di sekitar tapak. Untuk menghadapi kemungkinan kebakaran lingkungan, tapak, relatif terhadap bangunan eksisting pada tapak yang direncanakan dibagi menjadi zona-zona konsentris seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.13**. Zona-zona yang bisa dilihat pada Gambar 6.13 pada dasarnya bukan untuk mencegah kebakaran, tapi lebih sebagai usaha mitigasi bila terjadi kebakaran. Dengan demikian bila terjadi kebakaran lingkungan, kerugian jiwa dan harta bisa diminimasi.



Gambar 6.13. Pencegahan terhadap kebakaran lingkungan.

6.9. Jaringan Transportasi Umum

Jaringan transportasi umum juga dikelola berdasarkan hirarki tertentu (Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 15 Tahun 2019). Hirarki tersebut dibuat berdasarkan tata guna tapak, lokasi dan jarak tempat henti kendaraan umum. Tata guna tapak dan lokasi dijadikan dasar hirarki karena fasilitas transportasi umum ditentukan oleh jumlah masyarakat yang akan menggunakan fasilitas tersebut. Makin luas dan padat suatu kawasan, diharapkan makin tinggi frekuensi transportasi umum

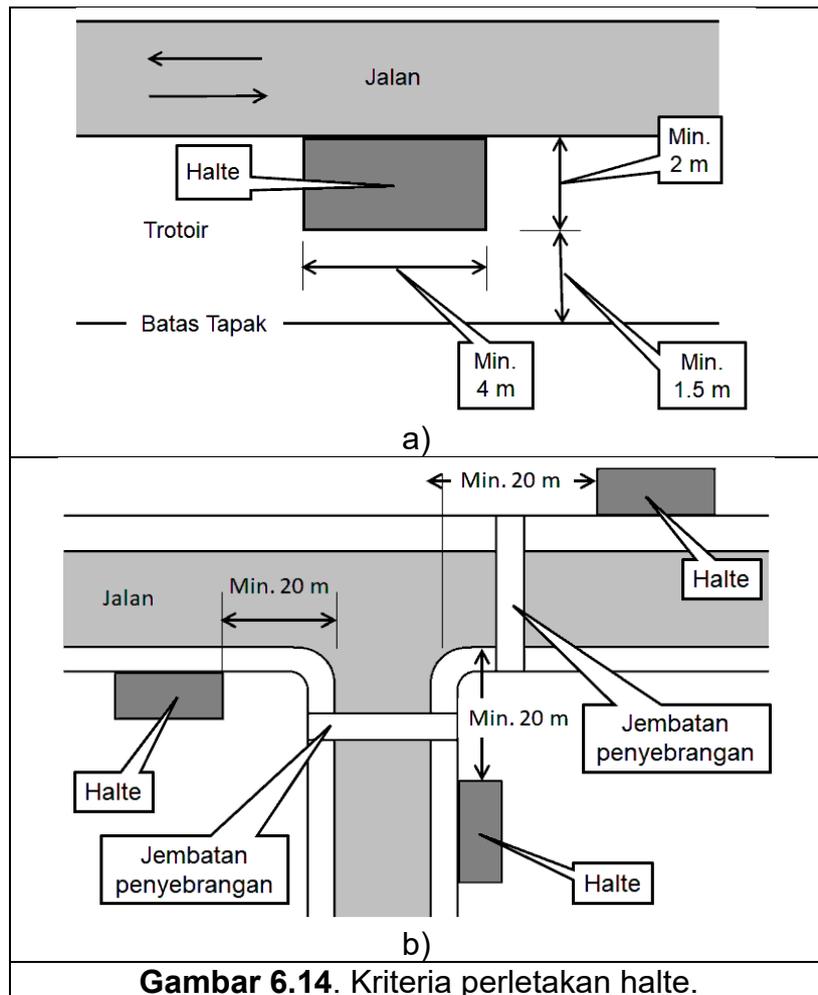
yang akan melayani masyarakat. Selain jumlah armada, jarak antar halte mempengaruhi frekuensi transportasi umum yang akan melewati sebuah halte juga menentukan klasifikasi jaringan transportasi umum. Ketergantungan terhadap transportasi umum juga berkaitan dengan intensitas kegiatan manusia di suatu wilayah. Sebagai contoh, intensitas kegiatan manusia di pusat kota seperti CBD tentu lebih tinggi daripada intensitas kegiatan di pinggir kota. Dengan demikian diharapkan frekuensi transportasi umum yang akan melayani suatu tempat lebih tinggi di pusat kota daripada di pinggiran kota.

Tabel 6.9 memperlihatkan klasifikasi tempat perhentian transportasi umum berdasarkan intensitas tata guna tapak dan lokasinya relatif terhadap pusat kegiatan manusia. Jarak antar tempat perhentian pada tabel tersebut sangat erat dengan jarak terjauh manusia mau berjalan kaki dengan sukarela, yaitu 200-300 meter (Utami dan Kusuma, 2016). Dengan kata lain, Tabel 6.9 dibuat dengan konsep pengguna transportasi umum untuk menuju atau kembali dari halte dengan berjalan kaki. Sebuah konsep yang sejalan dengan berbagai usaha untuk melestarikan lingkungan.

Konsekuensi bagi suatu kawasan yang jauh dari tempat perhentian kendaraan umum ialah merancang fasilitas tersebut dekat dengan tapaknya. **Gambar 6.14** memperlihatkan beberapa contoh kriteria perancangan halte. Bila perancangan tapak ingin mendapatkan insentif KLB seperti yang telah diterangkan di atas, bisa diajukan usul untuk membuat fasilitas umum di sebagian dari tapak yang ada. Salah satu cara untuk maksud tersebut ialah dengan membuat fasilitas berupa halte transportasi umum. Dari contoh-contoh tersebut dapat diperkirakan luasan tapak yang harus disediakan untuk fasilitas tersebut.

Tabel 6.9. Klaifikasi tempat perhentian transportasi umum/halte.

No.	Tata guna tapak	Lokasi	Jarak antar tempat perhentian (m)
1	Pusat kegiatan sangat padat 24 jam seperti pasar pertokoan, CBD.	CBD atau pusat kota	200-300
2	Pusat kegiatan padat temporal seperti sekolah.	Pusat kota	300-400
3	Permukiman.	Kota	300-400
4	Kawasan campuran yang relatif padat perumahan dan sekolah.	Daerah pinggiran kota	300-500
5	Kawasan campuran yang dengan intensitas kegiatan yang rendah seperti pertanian.	Daerah pingiran kota	500-1000

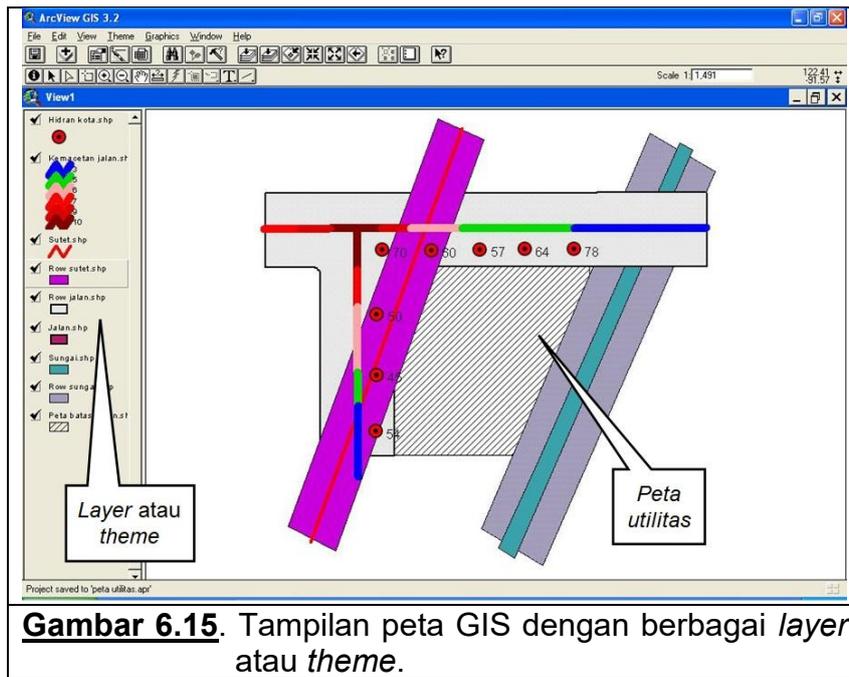


Gambar 6.14. Kriteria perletakan halte.

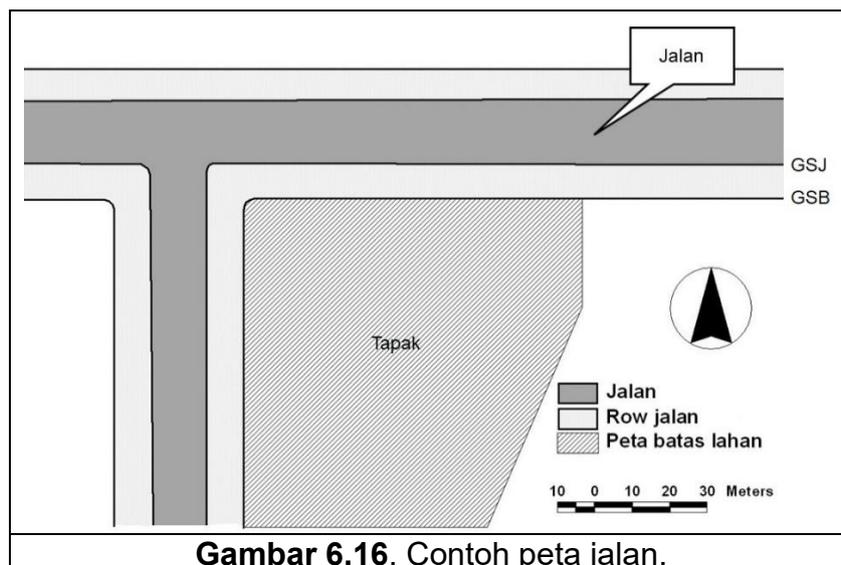
6.10. Peta Utilitas

Peta utilitas bisa dibuat dengan memanfaatkan perangkat lunak GIS. Peta GIS pada dasarnya terdiri atas *layer-layer* atau *theme* seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.15**. Tiap jenis utilitas bisa digambarkan ke dalam satu *layer* atau *theme*. Dalam satu *theme*, bisa digambarkan poligon-poligon daerah sempadan dari suatu jenis utilitas berdasarkan jarak bebas atau ROW-nya. **Gambar 6.16** memperlihatkan peta jalan yang berdekatan dengan sebuah tapak beserta ruang bebas antara GSJ dan GSB.

Dari *overlay* berbagai *layer* utilitas dengan *layer* tapak bisa diketahui bagian tapak yang digunakan oleh berbagai utilitas dan bagian yang masih bisa dibangun untuk fungsi pribadi pemilik tapak. **Gambar 6.17** adalah contoh *overlay* antara peta jalan dengan peta tapak. Dari gambar tersebut bisa diketahui bahwa tapak di bagian utara dan barat sudah terpotong oleh ruang yang diperuntuk bagi dua segmen jalan yang bersinggungan dengan kedua sisi tapak. Dengan prinsip *overlay* yang sama seperti itu, bisa dibuat peta utilitas lain, sehingga bisa diketahui bagian tapak yang sudah diperuntuk bagi suatu jenis utilitas tertentu.

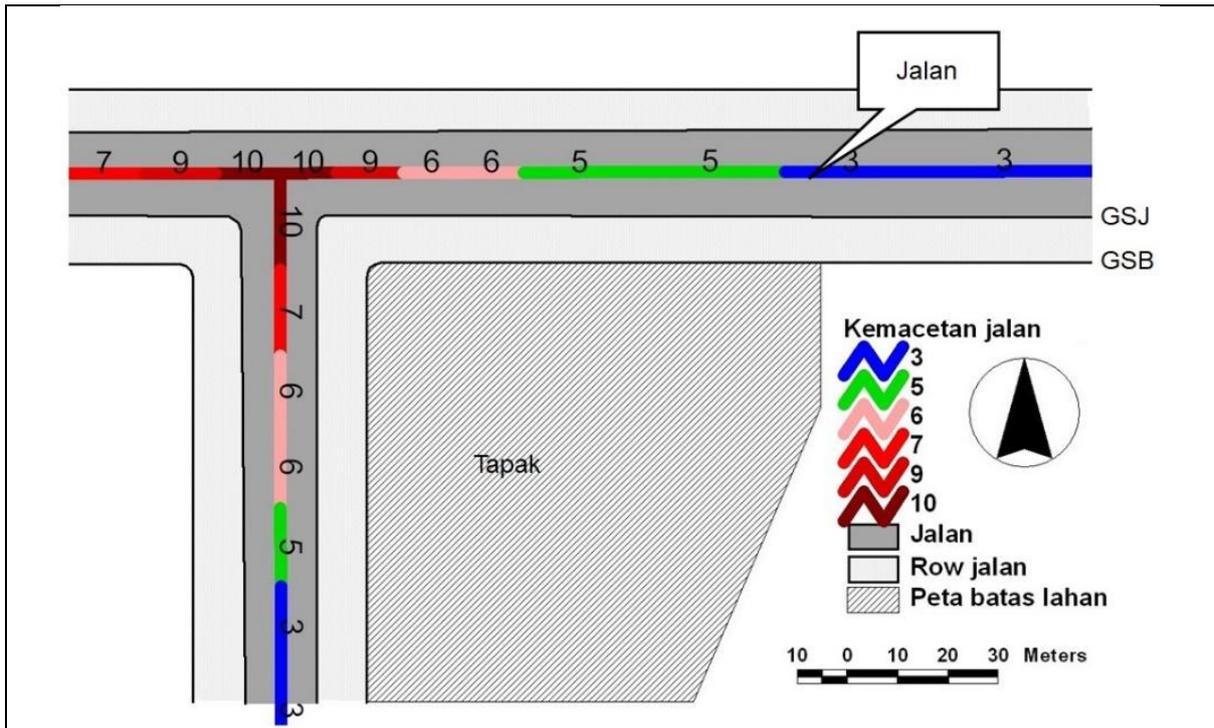


Gambar 6.15. Tampilan peta GIS dengan berbagai *layer* atau *theme*.

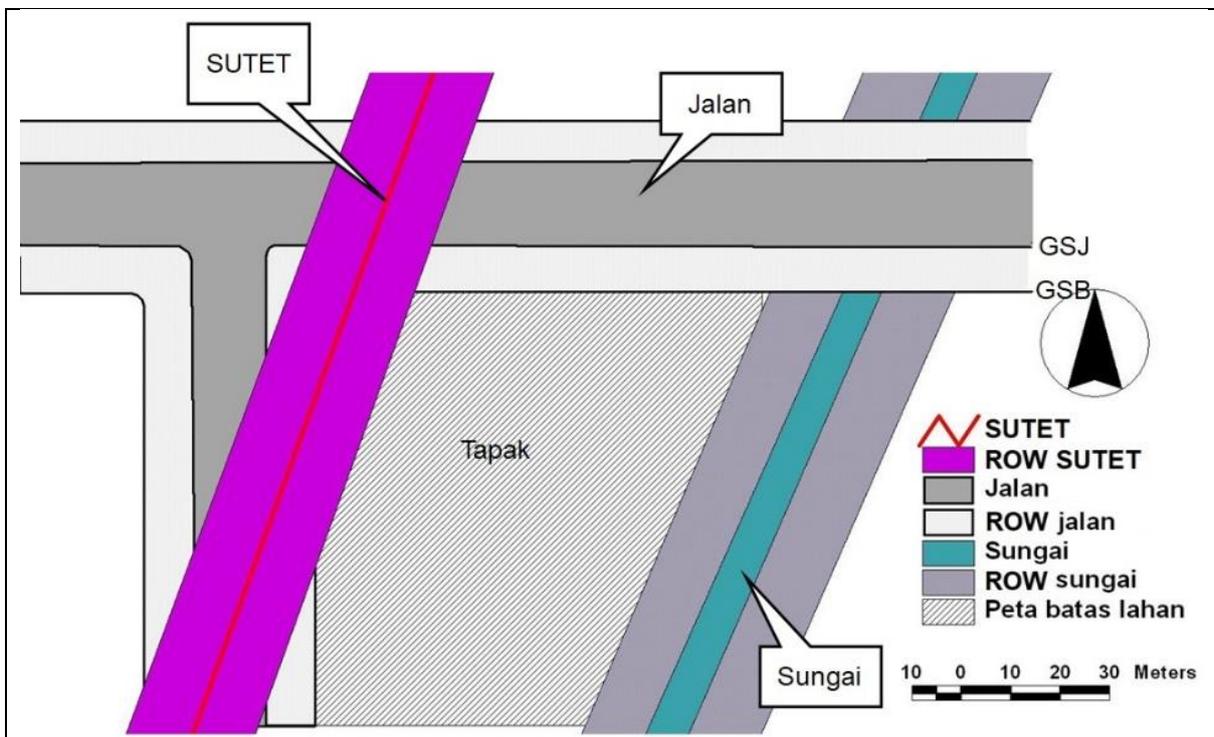


Gambar 6.16. Contoh peta jalan.

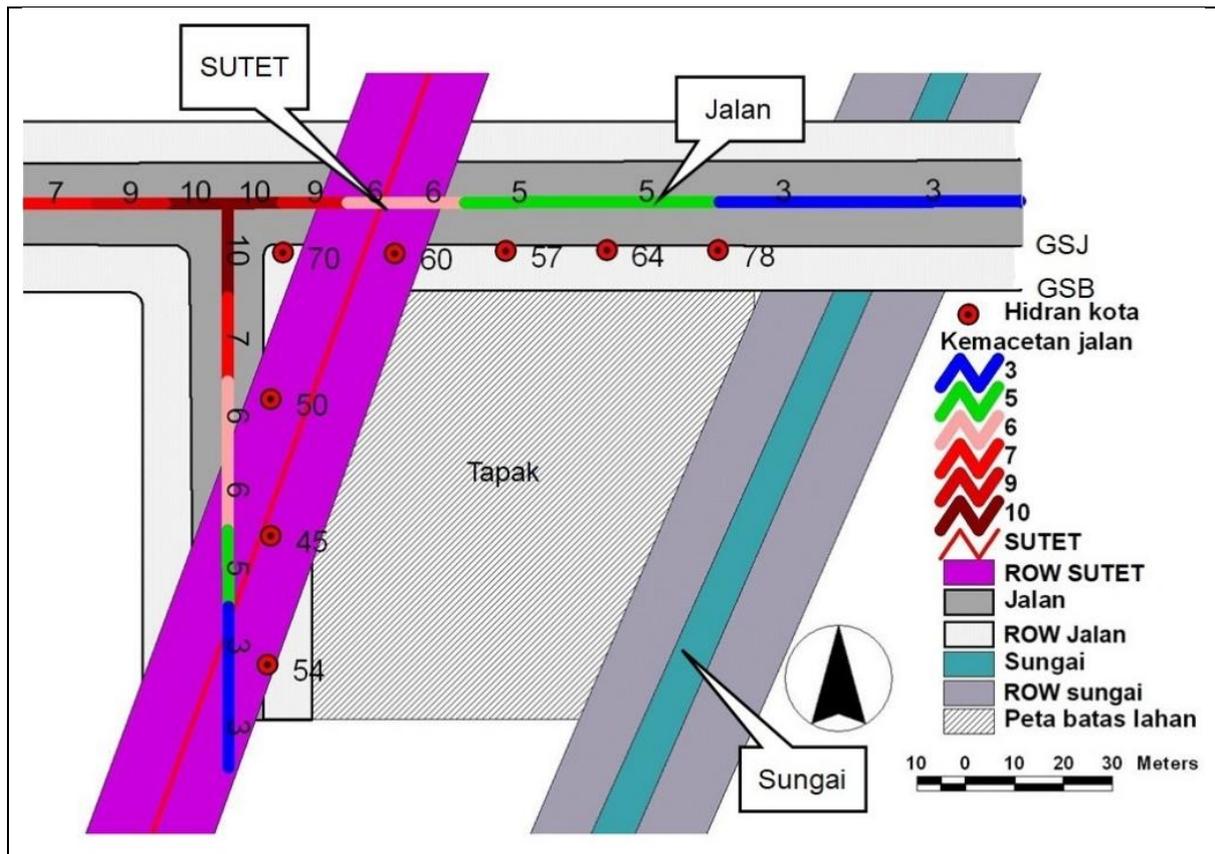
Selanjutnya bila semua *layer* utilitas di-*overlay* dengan peta tapak, bisa dihasilkan sebuah peta utilitas yang lengkap seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 6.18**. Peta tapak pada Gambar 6.18 berisi ruang-ruang yang digunakan oleh berbagai jenis utilitas bisa dikembangkan lagi dengan utilitas-utilitas yang tidak bersifat bidang, tapi bersifat garis dan titik. Sebagai contoh, ke dalam peta tersebut bisa disertakan entitas garis jalan yang menunjukkan tingkat kemacetan tertentu seperti yang bisa diakses dari Google Map. Selanjutnya bisa ditambahkan entitas titik yang menunjukkan jenis hidran kota yang ada di sekitar tapak. **Gambar 6.19** adalah peta utilitas yang telah ditambahkan dengan entitas garis tingkat kemacetan jalan dan titik-titik hidran kota.



Gambar 6.17. Contoh hasil *overlay* peta jalan dengan peta tapak.



Gambar 6.18. Contoh hasil *overlay* berbagai peta utilitas dengan peta tapak.



Gambar 6.19. Contoh hasil peta utilitas dengan tambahan entitas garis (jalan) dan titik (hidran kota).

6.11. Penutup

Bab 6 ini membahas berbagai utilitas yang berpengaruh pada perencanaan dan perancangan tapak. Pembahasan meliputi berbagai jaringan utilitas seperti jalan, drainase, listrik, pengelolaan limbah, gas, air bersih, telekomunikasi, penanganan kebakaran dan transportasi umum. Dua hal yang dimiliki oleh hampir semua jenis utilitas. Pertama, semua utilitas mempunyai semacam hirarki atau klasifikasi tertentu. Kedua, tiap utilitas memiliki jarak bebas sesuai dengan posisinya dalam hirarki. Berdasarkan dua hal tersebut, bisa diketahui ruang yang dibutuhkan oleh utilitas tertentu. Dengan demikian bisa diperkirakan berapa luas tapak yang harus disediakan bagi utilitas.

Banyak aturan atau standar yang terkait dengan utilitas. Hal ini disebabkan karena bila tidak direncanakan dengan baik, utilitas yang seharusnya mendukung kegiatan manusia justru sebaliknya menyulitkan manusia. Umumnya klasifikasi, jarak bebas dan peraturan serta standar yang menyangkut utilitas dibuat untuk mencegah terjadinya konflik antara utilitas dengan manusia dan alam. Sebuah perencanaan dan perancangan tapak yang dibuat secara bertanggung jawab harus benar-benar memperhatikan berbagai sifat dan standar yang mengendalikan utilitas agar tidak membahayakan manusia atau alam.

Pada Bab 6 dibahas tentang pembuatan peta utilitas. Dengan membuat peta utilitas pada dasarnya kita membuat semacam inventarisasi terhadap utilitas-utilitas

yang relevan dengan tapak. Dengan menggunakan GIS, hasil inventarisasi tersebut bisa dipetakan yang dalam Bab 6 disebut sebagai peta utilitas. Arsitek dan mahasiswa arsitektur bisa menggunakan peta utilitas untuk mengenal berbagai hambatan dan juga potensi yang disebabkan karena utilitas di suatu tapak.

Pembahasan tentang utilitas pada bab ini belum dapat dikatakan lengkap dan sempurna. Secara teknis pembahasan tentang utilitas dapat dilakukan dengan lebih detail, teknis dan relatif rumit. Yang dijelaskan tentang utilitas dalam buku ini bisa dikatakan bersifat resume sehingga mudah dimengerti oleh mahasiswa dan arsitek pada umumnya. Oleh karena itu bila ada pembaca yang berminat mempelajari tentang utilitas secara mendalam, hal-hal tentang utilitas yang diterangkan dalam Bab 6 bisa dianggap sebagai dasar bagi pemahaman tentang utilitas yang menyeluruh. Dengan kata lain, pengetahuan tentang utilitas yang ada pada bab 6 adalah awal dari suatu perjalanan menuju pemahaman tentang utilitas selengkapnyanya. Insyaallah.

Soal Latihan

Beberapa soal latihan di bawah ini dibuat agar pembaca dapat berlatih untuk memperdalam pemahaman yang tentang utilitas yang telah diterangkan pada Bab 6 ini. Berikut ini adalah soal-soal tersebut:

1. Pilih suatu tapak yang ada di DKI Jakarta.
2. Gunakan berbagai situs resmi seperti Jakarta Satu untuk mencari berbagai informasi dan aturan yang terkait dengan utilitas yang ada didekat tapak tersebut di atas. Hasil dari berbagai situs tersebut silakan petakan menjadi peta utilitas.
3. Cari berbagai informasi lain dari situs lain dan lengkapilah peta utilitas yang sudah dibuat di atas.

Demikianlah soal Latihan untuk Bab 6 ini, semoga berguna bagi pembaca.

Bab 7. PENUTUP

Tujuan utama kami dalam menulis buku ini adalah untuk menyampaikan pengetahuan tentang perencanaan dan perancangan tapak, kepada Pembaca, terutama kepada mahasiswa. Ternyata dalam proses penulisan banyak sekali pengetahuan tentang perencanaan dan perancangan tapak untuk bisa menjadi satu buku yang integral. Oleh karena itu kami merencanakan akan membagi pengetahuan tentang perencanaan dan perancangan tapak menjadi beberapa jilid buku. Buku ini adalah jilid pertama dari 5 jilid yang sedang kami edit. Seperti yang telah diterangkan di Bab Pendahuluan, buku jilid 1 berkonsentrasi pada pengetahuan dasar tentang berbagai komponen tapak dengan harapan bisa menjadi pengantar kepada buku jilid-jilid berikutnya.

Ada 7 bab dalam buku ini, dengan 5 bab utama yang menjelaskan 5 komponen tapak yaitu topografi, vegetasi, matahari, intensitas pemanfaatan tapak dan utilitas. Bila dibaca kelima bab utama itu, bisa dilihat suatu benang merah yang menghubungkan perencanaan dan perancangan tapak dengan berbagai usaha untuk menjaga keberlanjutan lingkungan. Misalnya di bab yang membahas intensitas pemanfaatan tapak, temanya terkait dengan pengendalian daripada perancangan pada umumnya. Pada bab lain yang menyangkut matahari kami berusaha menerangkan tentang pergerakan matahari dan kaitannya dengan penghematan energi yang dibutuhkan untuk pendinginan dan juga usaha untuk memanfaatkan energi matahari.

Sisi lain dari buku ini berkaitan dengan usaha untuk memberikan teknik-teknik praktis yang berguna untuk menganalisa tapak. Tujuan analisa tapak adalah untuk memahami tapak sehingga perencana dan arsitek bisa dengan mudah melakukan analisa tapak. Sebagai contoh, di akhir semua bab dalam buku ini dibahas tentang peta, baik peta bayangan, peta utilitas dan peta vegetasi. Peta-peta itu bermanfaat untuk meresmukan kondisi tapak dan selanjutnya dapat menjadi dasar bagi proses perancangan. Sebagai contoh, peta bayangan pada dasarnya adalah suatu resume dari hasil analisa pergerakan matahari. Peta vegetasi juga suatu resume tentang bagian tertentu dari tapak yang masih bisa dibangun dengan tanpa mengorbankan vegetasi. Peta kemiringan adalah suatu resume tentang bagian dari tapak yang kemiringannya membuat bagian tersebut berbahaya untuk dibangun.

Bila diperhatikan dengan baik, sebenarnya dalam membahas berbagai komponen tapak kami banyak menggunakan asumsi tertentu dengan tujuan untuk mempermudah penjelasan tentang komponen-komponen tersebut. Sebagai contoh, di kala membahas pembuatan peta bayangan, diasumsikan bahwa bayangan bangunan atau vegetasi diproyeksikan pada lantai atau permukaan yang datar.

Contoh lain lagi, peta *viewshed* yang diterangkan dalam buku ini dibuat hanya atas dasar topografi. Padahal ada komponen tapak lainnya seperti vegetasi dan bangunan yang juga bisa menutup garis mata ke pemandangan tertentu. Tapi terlepas dari asumsi-asumsi tersebut, hasil dari analisa yang menggunakan teknik-teknik yang dijelaskan dalam buku ini bisa dianggap bermanfaat untuk mengarahkan proses perencanaan dan perancangan tapak. Arsitek atau perancangan pada umumnya melakukan perencanaan dan perancangan berdasarkan intuisi dan perasaan. Sebagai contoh seorang arsitek yang kawakan dengan intuisi dan pengalamannya cukup hanya melihat peta kontur sebuah tapak sudah dapat memutuskan bagian mana dari tapak itu yang bisa dibangun dan bagian mana yang terlalu terjal untuk meletakkan bangunan. Tapi bagi mahasiswa, tentu belum cukup sensitif dengan berbagai komponen tapak seperti seorang arsitek kawakan. Dengan demikian, teknik-teknik analisa yang diterangkan dalam buku ini bisa bermanfaat untuk melatih sensitivitas mahasiswa terhadap komponen-komponen tapak.

Dengan berbagai kelebihan dan kekurangan dari buku ini, masih terbuka di masa depan untuk menyempurnakan hal-hal yang sudah dimulai dalam buku ini. Sebagai contoh, berbagai analisa yang diterangkan dalam buku ini ternyata sudah dibuat aplikasinya sehingga Sebagian analisa bisa dilakukan oleh komputer. Analisa kemiringan tapak, *runoff*, perhitungan *cut and fill* ternyata sudah ada *software*nya. Demikian juga pembuatan peta bayangan, sehingga arsitek cukup hanya memasukkan input tertentu seperti koordinat dan gambar desain berformat digital ke dalam komputer, dan pola bayangan langsung dapat dilihat. Hanya masalahnya, *software-software* tersebut selain masih kurang *user-friendly*, juga masih terlalu mahal bagi kantong mahasiswa. Mungkin hal itu karena sebagai alat, *software-software* itu dibuat oleh non-arsitek. Jadi kalau arsitek ingin punya *software* yang sesuai dengan gaya kerjanya, mungkin perlu diperbanyak usaha-usaha dari bidang arsitektur untuk mengembangkan alat-alatnya sendiri.

Kemajuan sebuah bidang seperti arsitektur memang sangat tergantung pada orang-orang yang bergerak dalam bidang tersebut. Buku ini kami buat sebagai usaha untuk memajukan bidang arsitektur, terutama yang menyangkut perencanaan dan perancangan tapak. Buku ini adalah usaha awal, dengan harapan di masa depan selain menyelesaikan buku jilid berikutnya tentang perencanaan dan perancangan tapak, juga bisa menyempurnakan buku jilid 1 ini. Kepada pembaca, baik arsitek, mahasiswa maupun yang awam terhadap arsitektur, kami mohon masukannya yang bisa membantu menyempurnakan buku ini.

DAFTAR LITERATUR

Bab 1. PENDAHULUAN

1. Aini, Rahmi Nur, dan Khrisrachmansyah, Rezky, 2019, *Evaluasi Visual dari Fungsi Arsitektural Vegetasi sebagai Pembentuk Ruang Terbuka Hijau*, IPB University Scientific Repository.
2. Catanese, Anthony J dan Snyder, James C. (1979). *Introduction to urban planning*, New York: McGraw-Hill Inc.
3. Claridades, Alvin T., 2021, *Laws on Easement, Road Right-of-way & Building Setback*, Central Book Supply, Incorporated, ISBN621021410X, 9786210214109.
4. Güven, Özgür, dan Küçükali, Ufuk Fatih, 2014, *The Importance of Sustainable Site Planning Related to LEED Certification Rating System in Public Housing*, Digital Proceeding Of The ICOEST'2014-SIDE, Side, Turkey, May 14 – 17, 2014.
5. Lynch, Kevin dan Hack, Gary, 2014, *Site Planning*, 3rd editor, The MIT Press; 3rd edition (March 13, 1984).
6. Russ, Thomas H., RLA, 2009, *Site Planning and Design Handbook*, Second Edition, MC Graw Hill, New York Chicago San Francisco, Lisbon London Madrid Mexico City, Milan New Delhi San Juan, Seoul Singapore Sydney Toronto.
7. Shimada, Mendoza, dan Keiko, Olga, 2008, *A STUDY OF THE FAR AND BCR IN THE PRESERVATION DISTRICTS FOR GROUPS OF HISTORIC BUILDINGS*, Journal of Architecture and Planning (Transactions of AIJ).
8. Sprecher, Justin, 2022, *Contour Lines and Topo Maps, Understanding contour line formations and how to read topographic maps*, <https://www.greenbelly.co/pages/contour-lines>, diupdate pada 5 February 2022.
9. United Nations, 1987, *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*, United Nations.
10. United Nation, 2005, *World Summit, 14-16 September 2005*, New York.
11. World Atlas, 2022, *What Is Topography?*, diakses 1 April 2022, https://www-worldatlas-com.cdn.ampproject.org/v/s/www.worldatlas.com/amp/articles/what-is-topography.html?amp_js_v=a6&_gsa=1&usqp=mq331AQKKAFQArABIIACAaw%3D%3D#aoh=16488647886363&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=From%20%251%24s&share=https%3A%2F%2Fwww.worldatlas.com%2Farticles%2Fwhat-is-topography.html.

Bab 2. ANALISA TOPOGRAFI

1. De Chiara, Joseph dan Koppelman, Lee, 1975, *Urban Planning and Design Criteria*, NEW YORK: Van Nostrand Reinhold Company.

2. De Chiara, Joseph dan Koppelman, Lee, 1978, *SITE PLANNING STANDARDS*, Mc Graw Hill, New York.
3. Donnellan, A., Harding, D., Lundgren, P., Gardner, K., Simard, M., Parrish, C., Jones, C., Lou, Y., Stoker, J., Ranson, K.J., Osmanoglu, B., Lavalley, M., Luthcke, S., Saatchi, S., Treuhart, R., Carter, C., 2021, *Observing Earth's Changing Surface, Topography and Vegetation Structure*, NASA.
4. Drucker, Daniel dan Williams, Stephen A., 2003, *When Does Water Find the Shortest Path Downhill? The Geometry of Steepest Descent Curves*, *The American Mathematical Monthly*, Vol. 110, No. 10 (Dec., 2003), pp. 869-885 (17 pages), Published By: Taylor & Francis, Ltd.
5. GISGeography, 2021, *What is Topography? The Definitive Guide*, terakhir di-Updated: Oktober 28, 2021, <https://gisgeography.com/what-is-topography/>.
6. Göktepe, Burak Ahmet, dan Lav, A. Hilmi, 2003, *Method for Balancing Cut-Fill and Minimizing the Amount of Earthwork in the Geometric Design of Highways*, *Journal of Transportation Engineering* 129(5), DOI:10.1061, (ASCE)0733-947X(2003)129:5(564).
7. Jakab, Imrich dan Petluš, Peter, 2013, *THE USE OF VIEWSHED ANALYSIS IN CREATION OF MAPS OF POTENTIAL VISUAL EXPOSURE*, GIS Ostrava 2013-Geoinformatics for City Transformation January 21 – 23, 2013, Ostrava.
8. Kumar, Vipin, 2017, *Slope Analysis and Slope Development of a Drainage Basin-A Case of Somb River in Lower Shiwalik Hi*, *IJSRSET*, Volume 3, Issue 5, print ISSN: 2395-1990, online ISSN: 2394-4099.
9. Lee, Jay, 1994, *Digital Analysis of Viewshed Inclusion and Topographic Features on Digital Elevation Models*, *Photographic & Remote Sensing* Vol. 60, No. 4, April.
10. Magalhães, M. A., Andrade, M. V. A., Magalhães, S. V. G., Filho, J. L., 2007, *Efficient viewshed computation on terrain in external memory*, The Brazilian Council of Technological and Scientific Development, FAPEMIG - the Research Support Foundation of the State of Minas Gerais (Brazil).
11. Metzger, Ellen P., 2012, *Building a Topographic Model*, diakses 1 April 2022, <https://ucmp.berkeley.edu/fosrec/Metzger1.html>.
12. Misthos, Loukas-Moysis, Nakos, Byron, Krassanakis, Vassilios dan Menegaki, Maria, 2019, *The effect of topography and elevation on viewsheds in mountain landscapes using geovisualization*, *International Journal of Cartography*, Vol. 5, Issue 1.
13. Pal, Babita dan Samanta, Sailesh, 2011, *Surface runoff estimation and mapping using Remote Sensing and Geographic Information System*, *International Journal of Advances in Science and Technology*, Vol. 3, No. 3.
14. Sendall, J., 2007, *Expedition Training Navigation*, diakses 1 Januari 2018, <http://bb.nuthallmethodistchurch.org.uk/expocd/navigation/contours.html>.
15. Sprecher, Justin, 2022, *Contour Lines and Topo Maps, Understanding contour line formations and how to read topographic maps*, <https://www.greenbelly.co/pages/contour-lines>, diupdate pada 5 February 2022.
16. Straessle, Michael, 2017, *How to Calculate Gradients on a Topographic Map*, *SCIENCING*, diakses 2-April 2017, <https://sciencing.com/calculate-gradients-topographic-map-7597807.html>.
17. Vandanjon, Pierre-Olivier, Vinot, Emmanuel, Cerezo, Véronique, Coiret, Alex, Dauvergne, Michel, *Longitudinal profile optimization for roads within an eco-design framework. Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Elsevier, 2019, p. 642-658. ff10.1016/j.trd.2019.01.002ff. fffhal-02005356v2ff.

18. Wade, Cheikh Tidiane, 2020, *Physical Characterization of the Koular Valley in Central West Senegal with a View to its Hydro-Agricultural Development*, J Hydrogeol Hydrol Eng 2020, 9:1, DOI: 10.37532/jhhe.2020.9(1).189.
19. World Atlas, 2022, *What Is Topography?*, diakses 1 Januari 2022, https://www-worldatlas-com.cdn.ampproject.org/v/s/www.worldatlas.com/amp/articles/what-is-topography.html?amp_js_v=a6&_gsa=1&usqp=mq331AQKKAFQArABIACAw%3D%3D#aoh=16488647886363&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=From%20%251%24s&share=https%3A%2F%2Fwww.worldatlas.com%2Farticles%2Fwhat-is-topography.html.

Bab 3. ANALISA VEGETASI

1. Abe, Namiko, 2019, *Bamboo and Japanese Culture*, diakses 13 Feb, 2019, <https://www.thoughtco.com/bamboo-in-japanese-culture-2028043>.
2. Appleton, Jay , 1975, *The Experience of Landscape*, Wiley.
3. Arbit, Andrea, 2014, *Flower Symbolism as Female Sexual Metaphor: The Watercolors of Andrea Arbit*, LAP LAMBERT, Academic Publishing (May 20, 2014).
4. Budhiman, Ilham, 2021, *8 Pohon Penyerap Polusi Terbaik Yang Cocok Ditanam di Lingkungan Rumah. Mana Pohon Favoritmu?*, <https://www.99.co/blog/indonesia/pohon-penyerap-polusi-terbaik/>.
5. Ian, Jonathan Ho Kit, 2020, *Pterocarpus indicus - Angsana - Taxo4254 - Wiki.nus*, diakses 1 April 2022, <https://wiki.nus.edu.sg/display/TAX/Pterocarpus+indicus+-+Angsana>.
6. Lin, Bau-Show and Lin, Yann-Jou, 2010, *Cooling Effect of Shade Trees with Different Characteristics in a Subtropical Urban Park*, HORTSCIENCE 45(1):83–86.
7. Mickovski, Slobodan B., 2002, *ANCHORAGE MECHANICS OF DIFFERENT TYPES OF ROOT SYSTEMS*. Ecology, environment. University of Manchester, English. fftel-00003454ff.
8. Miller , Craig R., 2010, *SELECTING THE RIGHT TREE FOR THE RIGHT LOCATION*, Castle Pines North Metropolitan District.
9. Misni, Alamah, 2012, *THE EFFECTS OF SURROUNDING VEGETATION, BUILDING CONSTRUCTION AND HUMAN FACTORS ON THE THERMAL PERFORMANCE OF HOUSING IN A TROPICAL ENVIRONMENT*, thesis untuk mendapat gelar doctor di Victoria University of Wellington.
10. Prasety, Hafiizh, Riduan, Rony dan Annisa Nova, 2018, *VARIASI KEMAMPUAN BEBERAPA JENIS POHON DALAM MENYERAP CO2 PADA TAMAN KOTA BANJARBARU*, Jukung Jurnal Lingkungan, 4(2), pp77-76.
11. Rahma, Rina, 2019, *Eksistensi Taman Ghairah Tinjauan historis kitab Bustanussalatin secara tekstual dan kontekstual*, Taman Ghairah, Skripsi, FAKULTAS ADAB DAN HUMANIORA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY DARUSSALAM – BANDA ACEH.

12. Richard, M. G., 2012, *Urban Vegetation Can Reduce Air Pollution up to 8x More than Previously Believed*, Treehugger, <http://www.treehugger.com/natural-sciences/urban-vegetation-reduces-pollution-8x-more-previously-believed.html>.
13. Sarah, Fatresya, 2020, *Simak, Begini Cara Menanam Tanaman Rambat Lee Kwan Yew menggunakan Pipa Pralon*, Ringtimes Bali.com.
14. Satriani A., Loperte A., Proto M., dan Bavusi M., 2010, *Building damage caused by tree roots: laboratory experiments of GPR and ERT surveys*, Adv. Geosci., 24, 133–137, 2010, www.adv-geosci.net/24/133/2010/, doi:10.5194/adgeo-24-133-2010.
15. Schroeder, Herbert W., 2009, *THE TREE OF PEACE: SYMBOLIC AND SPIRITUAL VALUES OF THE WHITE PINE*, White Pine Symposium Proceedings, September 16-18, 2009, Duluth Entertainment Convention Center, Duluth Minnesota, USA.
16. Siregar, Chairil Anwar, 2012, *FORMULASI PERSAMAAN ALLOMETRIK UNTUK PENDUGAAN BIOMASSA KARBON JATI (Linn.F) DI JAWA BARAT* *Tectona grandis Allometric Equation Formulation for Carbon Biomass Estimation of Teak (Tectona grandis Linn.F) in West Java*, JURNAL Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan Vol. 9 No. 3 September 2012, Hal. 160 - 169.
17. University of Waterloo, 1998, *Social Function of Trees*, 1998, di akses Februari 2020, <http://www.adm.uwaterloo.ca/infowast/watgreen/projects/library/s98treeinventory/social.html>.
18. Zipperer, Wayne C., Sisinni, Susan M. dan Pouyat, Richard V., Foresman, Timothy W., 1997, *Urban tree cover: an ecological perspective*, Urban Ecosystems, 1, 229–246.

Bab 4. PERGERAKAN MATAHARI

1. Austen, Maya, 2020, *How to Determine the Length of a Shadow*, diakses October 31, 2020, <https://sciencing.com/determine-length-shadow-8767657.html>.
2. Bikos, Konstantin, 2022, *Altitude & Azimuth: The Horizontal Coordinate System*, timeanddate, diakses 1 Februari 2022, <https://www.timeanddate.com/astronomy/horizontal-coordinate-system.html>.
3. Kalogirou, S. A., 2012, *Solar Thermal Systems: Components and Applications—Introduction*, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Comprehensive Renewable Energy, Volume 3, pp. 1-25.
4. Kochmarev, K. O., Malozyomov, B. V., Kuznetsova, Svetlana Yurievna, Ignatev, I. V., 2020, *Theory and practice of positioning a solar panel to obtain peak power points at weather stations*, ITBI, Journal of Physics: Conference Series 1661 (2020) 012098, IOP Publishing, doi:10.1088/1742-6596/1661/1/012098.
5. McNamee, Gregory, 2014, *Solstice vs. Equinox*, Virginia Quarterly Review, University of Virginia, Volume 90, Number 3, Summer 2014, p. 205.

6. NOAA, 2012, *What is latitude? Latitude measures the distance north or south of the equator*, diakses 17 November 2021, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/latitude.html>.
7. PEMERINTAH.NET, 2014, *PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA*, diakses 02/11/2019, <https://pemerintah.net/provinsi-daerah-khusus-ibukota-jakarta/>.
8. Sari, L. H., Rauzi, E. N., Muslimsyah, Mahmud, M., 2017, *Sun-path model as a simple helping tool for architecture students in understanding saving energy building design*, 10th AIC 2020, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1087 (2021) 012017, IOP Publishing, doi:10.1088/1757-899X/1087/1/012017.
9. Schlaepfer, Hansjörg, 2001, *Sun and Climate Sun and Climate*, SPANTIUM, No 8, November 2001, Association Pro ISSI,
10. Sun Earth Tools, 2012, diakses 2 Desember 2012, http://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php.
11. Wang, Yi-Kai, 2017, *Mathematical model for solving the relationship of shadow length changing over time through solar elevation*, 2nd International Conference on Automation, Mechanical Control and Computational Engineering (AMCCE 2017).

Bab 5. ANALISA INTENSITAS PEMANFAATAN TAPAK

1. Agus. B. P., 2021, *Koefisien Dasar Bangunan (KDB) dan Koefisien Lantai Bangunan (KLB) sebagai Dasar Gubahan Massa*, METRIK SERIAL TEKNIK . Vol. 2 No. 2, tahun 2021, (E): ISSN 2774-2377.
2. Avis, WR, 2016, *Urban Governance*, Topic Guide, November 2016, <https://gsdrc.org/topic-guides/urban-governance/elements-of-effective-urban-governance/municipal-capacity/planning-and-regulation/>.
3. Awuah, KGB dan Hammond, F, 2014, *Determinants of low land use planning regulation compliance rate in Ghana*, January 2014, Habitat International 41:17–23, DOI:10.1016/j.habitatint.2013.06.002.
4. Barr, Jason, 2020, *In a City FAR, FAR Away: Building Height Regulations and Their Impacts*, diakses 17 Maret, 2020, <https://buildingtheskyline.org/far-regulations/>.
5. Eide, Stephen, 2016, *How a Century-Old Zoning Law Shaped the Manhattan Skyline*, *Op-Ed: Celebrating the setback in skyscraper design*, OP-ED JULY 8, 2016, <https://nextcity.org/urbanist-news/new-york-1916-zoning-law-setback-architecturedesign#:~:text=During%20the%20preceding%20decades%2C%20skyscrapers,certain%20proportion%20with%20street%20width.>
6. Leduc, Thomas dan Hartwell, Kevin, 2017, *Limiting the buildings' envelopes in order to prevent the surrounding mask effect: towards an efficient implementation in the context of SketchUp*, PLEA 2017, Edinburg.
7. Lynch, Kevin dan Hack, Gary, 1971, *Site Planning*. Cambridge: M.I.T.

8. MEENA, ASHVIN KUMAR dan YADAV, TIKENDRA KUMAR, 2019, *What is Ecological Footprint, and Why is it Important?*, Agrobios, VOL. NO. XVIII, ISSUE NO. 01, 01 June 2019.
9. Oh, K, Choi, J, 2005, *Determining development density using the Urban Carrying Capacity Assessment System*, Landscape and Urban Planning, Volume 73, Issue 1, 15 August 2005, Pages 1-15, <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.06.002>.
10. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 06/PRT/M/2007 tentang Pedoman Umum Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan, Republik Indonesia.
11. Peraturan Pemerintah nomor 38, 2011, tentang Sungai, Republik Indonesia.
12. Purbalangi, Guntur Aditya dan Brotosunaryo, 2014, *PENGARUH HARGA TAPAK TERHADAP INTENSITAS PEMANFAATAN TAPAK DI KORIDOR JALAN MGR. SUGIOPRANOTO-SILIWANGI SEMARANG*, Jurnal Teknik PWK Volume 3 Nomor 1, online: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/pwk>.
13. Ransom, Jan dan Chaban, Matt, 2013, *Developers are turning Central Park into Central Dark with mega-thin towers*, NEW YORK DAILY NEWS, DEC 25.
14. Rosnarti, D., Nuzuliar R., dan Agus B.P., 2022, *PELANGGARAN PADA ATURAN PENGENDALIAN INTENSITAS PEMANFAATAN TAPAK RUMAH DI JAKARTA*, METRIK SERIAL TEKNIK . Vol. x No. z, tahun 2022, (E): ISSN 2774-2377.
15. Simpson, Nancy MH, 2018, *Rights of Way: The Good, the Bad and the Ugly*, NORTH DAKOTA PLANNING ASSOCIATION WINTER 2018 NEWSLETTER.
16. Sotoma, Masahiro, Miyazaki, Hiroshi, Kyakuno, Takashi dan Moriyama, Masakazu, 2003, *Analysis of Land Use Zoning Regulations and Green Coverage Ratio*, Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 2:2, b29-b34, DOI: 10.3130/jaabe.2.b29.

Bab 6. ANALISA UTILITAS

1. Ahmadi, H., Mohseni, S., Shayegani, A. A. Akmal, 2010, *ELECTROMAGNETIC FIELDS NEAR TRANSMISSION LINES—PROBLEMS AND SOLUTIONS*, Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng., 2010, Vol. 7, No. 2, pp. 181-188.
2. Alasmry, Mobasher SEC, Alsayed, S.A, Khalil, SEC, S.A, Alzahrni, Jaman, SEC, S.A, Hobany Abdu, SEC, S.A, 2016, *Reducing the duration of Right-of-Way acquisition process for high voltage transmission power lines projects*, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7849672&isnumber=7849656>.
3. American Cancer Society, 2017, *Power Lines, Electrical Devices and Extremely Low Frequency Radiation*, di akses April 18, 2017, https://amp-cancer-org.cdn.ampproject.org/v/s/amp.cancer.org/cancer/cancer-causes/radiation-exposure/extremely-low-frequency-radiation.html?amp_js_v=a6&_gsa=1&usqp=mq331AQKKAFQArABIACAw%3D%3D#aoh=16487805761729&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com&_tf=From%20%251%24s&share=https%3A%2F%2Fwww.c

ancer.org%2Fcancer%2Fcancer-causes%2Fradiation-exposure%2Fextremely-low-frequency-radiation.html.

4. Bond, Sandy dan Hopkins, Judith, 2000, *The Impact of Transmission Lines on Residential Property Values: Results of A Case Study in a Suburb of Wellington, NZ*, Pacific Rim Property Research Journal, Volume 6, Issue 2.
5. Dekoruma, Kania, 2019, *Ketahui Cara Kerja Septic Tank dan Cara Merawatnya*, diakses 29 Agustus 2019, <https://m.dekoruma.com/artikel/90246/cara-kerja-dan-merawat-septic-tank>.
6. Dwirari Febrian Bima Adimanggala Putra, Hapsari, Ratih Indri, Efendi, Medi, 2022, *PERENCANAAN JARINGAN PIPA TRANSMISI DAN DISTRIBUSI AIR BERSIH KECAMATAN TEGALSIWALAN KABUPATEN PROBOLINGGO*, Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), <https://doi.org/10.55404/jos-mrk.2022.03.01.26-32>.
7. l'anah, Kartodihardjo, Hariadi, Yanuar M., Purwanto, J. dan Murti Laksono, Kukuh, 2019, *Analisis Inkonsistensi Penggunaan Tapak di Kawasan Lindung DAS Cisadane*, JURNAL ILMU LINGKUNGAN, Volume 17 Issue 3. ISSN 1829-8907.
8. Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997.
9. Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 245 Tahun 2017.
10. Lee, Jack M Jr. (Chair), Chartier, Vernon L., Hartmann, David P., Lee, Gerald E., Pierce, Katherine S., Shon, Fay L., Stearns, Rick D., Zeckmeister, Michael T., 1989, *ELECTRICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF TRANSMISSION LINES: A REVIEW*, US. Department of Energy Bonneville Power Administration Portland, Oregon.
11. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan.
12. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 03/PRT/M/2012 tentang Pedoman Penetapan Fungsi Jalan dan Status Jalan.
13. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor: 12/PRT/M/2014.
14. PERMEN ESDM, No. 2 , Tahun 2015, tentang Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik..
15. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan
16. PerMen PU nomor 3/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
17. PerMen Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2010 tentang Pedoman Pengelolaan Sampah.
18. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor Pm 15 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang Dengan Kendaraan Bermotor Umum Dalam Trayek.

19. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2021, Tentang Penyelenggaraan Pengadaan Tanah Bagi Pembangunan Untuk Kepentingan Umum.
20. Rosyidah, Lailatur, 2017, *OPTIMASI PENEMPATAN LOKASI BASED TRANSCEIVER STATION (BTS) MENGGUNAKAN FLOWER POLLINATION ALGORITHM*, DEPARTEMEN MATEMATIKA, TUGAS AKHIR – SM141501, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
21. Subotić, Marko, Radović, Dunja, 2020, *Influence of access points on the conditions of vehicle movement in traffic flow*, Vol 66 No 2: Journal of Road and Traffic Engineering, DOI: <https://doi.org/10.31075/PIS.66.02.06>.
22. Sukarto, Ryo Teguh, 2017, *Analisis dan Perencanaan Pengembangan Sistem Distribusi Air Minum PDAM Kota Banyuwangi*, Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh September, Surabaya.
23. Utami dan Kusuma, 2016, Utami, Witanti Nur dan Kusuma, Hanson E., 2016, *Identifikasi Faktor Kebutuhan 'Area Transisi': Persepsi Pejalan Kaki terhadap Jarak Berjalan Kaki di Kawasan Pusat Kota Bandung*, Prosiding Temu Ilmiah IPLBI E.037.
24. Wimbadi, Sigit, Sutomo, Dr.dr. Adi Heru MSc, D.Comm.Nutr, 2002, *Pengaruh modifikasi septic tank terhadap penurunan kadar BOD, COD, fosfor dan Coli tinja*, Tesis, S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat, UGM.

INDEX

Prof Ir. Agus Budi Purnomo, MS, PhD. Lulusan Sarjana Teknik Arsitektur Departemen Arsitektur ITB 1983; Lulusan S3 Teknik Arsitektur, NIIGATA University, 1990; Ketua Lembaga Penelitian Universitas Trisakti 20 .. – 20..; Staf pengajar di Jurusan Arsitektur FTSP Universitas Trisakti.



Ir. Dwi Rosnarti, MT. Lulusan Sarjana Arsitektur Universitas Trisakti 1988; Lulusan Magister Teknik Departemen Arsitektur ITB 2001; Staf pengajar di Jurusan Arsitektur FTSP Universitas Trisakti.



Dr. Ir. Etty Retno Kridarso, MT. Lulusan Sarjana Arsitektur Universitas Trisakti 1986; Lulusan Magister Teknik Departemen Arsitektur ITB 1999; Lulusan Doktoral Arsitektur Universitas Parahyangan 2017; Staf pengajar di Jurusan Arsitektur FTSP Universitas Trisakti. Ketua Jurusan/Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur 1917-2022.



Ir. Nuzuliar Rahmah, MT. Lulusan Sarjana Arsitektur Universitas Trisakti 1987; Lulusan Magister Arsitektur Universitas Trisakti 2003; Staf pengajar di Jurusan Arsitektur FTSP Universitas Trisakti.



Ir. Julindiani Iskandar, MT. Lulusan Sarjana Arsitektur Universitas Trisakti 1992; Lulusan Magister Arsitektur Universitas Trisakti 2003; Staf pengajar di Jurusan Arsitektur FTSP Universitas Trisakti.