

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Kondisi iklim di Kota Malang

Selama ini dunia arsitektur telah memegang peranan penting pada perkembangan pembangunan kota. Ilmu arsitektur merupakan ilmu yang merancang bangunan dengan memegang pertimbangan 3 aspek yaitu Tuhan, manusia dan lingkungan. Namun dalam kenyataannya saat ini, ilmu arsitektur hanya menjadi ilmu bangunan yang hanya mementingkan ego dari sang arsitek itu sendiri tanpa memperhatikan kualitas lingkungan terhadap hasil bangunan kelak. Dengan pengaruh munculnya banyak pembangunan mengakibatkan ketidakseimbangan lingkungan yang berefek pada iklim makro di kota tersebut.

Kota Malang ialah kota terbesar kedua di Jawa Timur setelah Kota Surabaya. Secara geografis wilayah Kota Malang berada antara $07^{\circ}46'48''$ - $08^{\circ}46'42''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ}31'42''$ - $112^{\circ}48'48''$ Bujur Timur, dengan luas wilayah 110,06 km². Secara umum iklim Kota Malang tergolong iklim dengan udara yang sejuk karena terletak cukup tinggi dengan suhu rata-rata $24,13^{\circ}\text{C}$, kelembaban udara rata-rata sekitar 72% serta curah hujan rata-rata 1.883 milimeter per tahun. Dengan potensi geografis dan iklimnya yang menyebabkan pertumbuhan tingkat penduduk yang berangsur meningkat tiap tahunnya. Tentunya peningkatan penduduk tersebut juga menyebabkan meningkatnya permintaan kebutuhan bangunan publik serta perumahan untuk menjajarkan jumlah penduduk tersebut. Hal ini mulai terlihat dari banyaknya bangunan di sekitar penjurus kota sehingga ruang terbuka hijau ikut berkurang dan menyebabkan kenaikan suhu serta ketidakseimbangan iklim di Kota Malang. Menurut Arie (2012) bahwa salah satu penyebab meningkatnya suhu di Kota Malang ialah dominasi lahan terbangun terhadap lahan terbuka atau ruang terbuka hijau kota. Dalam penelitiannya terdapat perbedaan proporsi karakteristik tanah. Pada tahun 2002 proporsi tanah terbuka mendominasi kawasan sebesar 33% sedangkan pada tahun 2008 perkembangan tutupan lahan terbangun meningkat sebesar 44% lahan di Kota Malang. Hasil yang didapatkan bahwa dengan banyaknya lahan terbuka dengan penutup vegetasi dapat menurunkan suhu hingga $2-3^{\circ}\text{C}$. Hal ini juga diberitakan oleh Nugroho (2012) bahwa iklim Kota

Malang yang pada akhir-akhir ini dirasa makin panas hingga mencapai suhu 31°C pada tahun 2012.

1.1.2 Perancangan perpustakaan Kota Malang

Setiap tahun Kota Malang merencanakan program pemerintah terhadap pembangunan guna mencukupi kebutuhan masyarakat asli dan pendatang luar Kota Malang. Nurcahyo (2009) menyebutkan bahwa kebijakan untuk arah pembangunan Kota Malang yang tertera dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Malang yakni mengutamakan pada kegiatan sektoral seperti perdagangan, pendidikan, permukiman, fasilitas umum dan fasilitas sosial. Salah satu Rencana Pembangunan Jangka Menengah di kawasan Kota Malang Timur ialah pembangunan perpustakaan yang akan direalisasikan pada tahun 2014 mendatang di kawasan Kota Malang Timur yaitu daerah Kecamatan Kedung Kandang. Perencanaan perpustakaan ini pada awalnya diperuntukan sebagai perluasan SMK N 10 Malang namun lokasi nya yang juga dekat dengan sekolah lain antara lain SD-TK Taraf Internasional, Politeknik Malang, dan Sekolah Khusus Autisme maka pembangunan perpustakaan diharapkan untuk dapat mewadahi seluruh kepentingan siswa yang berada di Kecamatan Kedung Kandang. Hal ini juga nantinya dapat mewujudkan program RTRW pemerintah dalam pemerataan fasilitas umum di Kota Malang.

Kecamatan Kedung Kandang sebagai arah pembangunan Kota Malang tentunya juga menghadapi pembangunan berbagai macam pembangunan infrastruktur yang lain. Sukarelawati (2013) menyebutkan bahwa dengan berkembangnya pembangunan, Kecamatan ini juga telah menggalakan pembangunan dengan konsep *green* pada tiap bangunan yang akan dirancang. Salah satunya ialah pembangunan industri berkonsep *green building*. Hal ini berarti terhadap pembangunan yang lain dapat mewujudkan konsep *green building* salah satunya pembangunan perpustakaan.

1.1.3 Pendekatan bioklimatik pada bangunan perpustakaan

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi maka semakin berkembang pula pemikiran – pemikiran manusia untuk mengatasi permasalahan yang ada di lingkungannya. Permasalahan urban yang akhir-akhir ini berkembang di Kota Malang ialah padatnya bangunan yang mewadahi jumlah masyarakat di Kota Malang sehingga menyebabkan ketidakseimbangan iklim Kota Malang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan beberapa inovasi

baru dalam bidang arsitektur untuk merancang bangunan yang tanggap terhadap iklim dan lingkungan kota salah satu contohnya ialah pendekatan bioklimatik yang menekankan rancangan bangunan dengan memanfaatkan secara maksimal iklim kota serta mengoptimalkan hasil energi pasif pada bangunan. Menurut Yeang (1994:21) bahwa dengan cara menekan konsumsi energi di dalam bangunan pengguna dapat memberikan nilai ekologis terhadap lingkungan sekitar tapak bangunan. Tidak hanya diterapkan pada bangunan bertingkat tinggi yang dicontohkan oleh rancangan Ken Yeang, semua fungsi bangunan tentunya dapat menerapkan pendekatan bioklimatik karena bioklimatik menghasilkan sains bangunan yang dapat menghasilkan penghawaan dan pencahayaan alami melalui penyisipan unsur alam. Pendekatan bioklimatik sendiri merupakan salah satu konsep *green building* karena memanfaatkan energi alami untuk fungsi bangunan guna menciptakan kenyamanan termal penghuni layaknya bangunan perpustakaan yang membutuhkan pencahayaan dan penghawaan alami dengan sentuhan ‘hijau’ sebagai pendukung kegiatan utama di dalam perpustakaan yaitu sebagai tempat berdiskusi, membaca dan berkumpul

Hasil yang diharapkan ialah dapat memperbaiki perangkat bangunan untuk memasukkan unsur alami melalui pendekatan bioklimatik atau pendekatan tanggap iklim pada bangunan bertingkat rendah seperti perpustakaan. Dengan menekankan pendekatan bioklimatik diharapkan dapat menjadi titik awal pembangunan yang tanggap iklim dan ramah lingkungan di kawasan Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang sehingga nantinya dapat menjadi contoh bangunan bagi seluruh Kecamatan Kota Malang untuk lebih memperbaiki lingkungan di dalam bangunan atau luar bangunan itu sendiri serta dapat memecahkan permasalahan urban Kota Malang terkait dengan ketidakseimbangan iklim yang akhir-akhir ini terjadi di Kota Malang.

1.2 Identifikasi Masalah

Beberapa identifikasi masalah pada kajian perancangan ini, meliputi:

1. Perubahan iklim Kota Malang akhir-akhir ini meningkat 3°C dari suhu awal Kota Malang
2. Kebutuhan pendidikan di Kota Malang kurang didukung dengan adanya fasilitas pendidikan seperti perpustakaan
3. Peningkatan desain bangunan di Kota Malang tidak banyak memberikan dampak positif terhadap iklim sekitar namun ikut menyumbang dampak buruk bagi lingkungan sekitar seperti pemakaian konsumsi pendinginan aktif

4. Kecamatan Kedung Kandang sebagai salah satu kecamatan di Kota Malang yang paling lambat dalam kecepatan pembangunannya sehingga dibutuhkan suatu bangunan baru agar pembangunan di Kota Malang cukup merata.

1.3 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam kajian perancangan ini adalah bagaimana merancang bangunan perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik di Kota Malang.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada kajian perancangan ini akan ditentukan dalam beberapa poin, meliputi:

1. Lokasi perancangan terletak di Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang yang merupakan area pengembangan Kota Malang. Salah satunya pengembangan bangunan baru berupa penambahan fasilitas perpustakaan umum yang menjadi program pemerintah di Kecamatan Kedung Kandang Kota Malang
2. Perancangan perpustakaan memperhatikan kebutuhan pencahayaan dan penghawaan yang sebisa mungkin dibuat alami sebaik mungkin untuk aktifitas utama berupa penyimpanan koleksi, area membaca, area berkumpul dan berdiskusi sehingga dibutuhkan konsep bioklimatik sebagai pemecahan masalah
3. Perpustakaan merupakan bangunan tunggal tingkat menengah dengan aktivitas yang cukup tinggi serta bangunan yang kadang boros energi sesuai fungsi ruang yang diwadahi sehingga dibutuhkan penciptaan kenyamanan alami yang bisa didapatkan dengan pendekatan bioklimatik
4. Menggunakan salah satu prinsip desain bioklimatik Ken Yeang yang juga merancang bangunan perpustakaan tanggap iklim. Pendekatan bioklimatik yang nantinya akan diterapkan antara lain orientasi, ruang transisi, bukaan jendela, pembayang pasif, desain dinding, lansekap, dan *open plan*
5. Evaluasi menggunakan uji simulasi ecotect untuk menguji parameter bioklimatik serta melihat paparan radiasi matahari (insulasi dan daylight) secara garis besar bangunan tanpa spesifikasi efek paparan terhadap ruang-ruang tertentu
6. Mengabaikan biaya bangunan terkait penerapan elemen-elemen bioklimatik dalam lingkup arsitektur hijau karena pada tematik ini lebih mengutamakan

keberhasilan bangunan melalui pengetahuan terhadap iklim mikro di sekitar tapak

1.5 Tujuan

Tujuan dalam kajian perancangan ini adalah mendapatkan rancangan bangunan perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik di Kota Malang untuk memanfaatkan sebaik mungkin penghawaan alami dan pencahayaan alami yang masuk ke dalam bangunan.

1.6 Manfaat

Kajian perancangan bangunan perpustakaan dengan tematik konsep bioklimatik diharapkan bermanfaat untuk berbagai macam kalangan, antara lain:

1. Kalangan akademisi: mengetahui secara detail tentang perancangan bangunan dengan menyesuaikan dengan pendekatan bioklimatik untuk mewujudkan bangunan yang sesuai dengan iklim di sekitar bangunan setempat
2. Kalangan pemerintah: dapat merealisasikan rencana tentang pembangunan perpustakaan dan perwujudan program pemerintah untuk menciptakan *green building* di Kota Malang yang salah satunya ialah pendekatan bioklimatik
3. Kalangan masyarakat umum: untuk memberikan pengetahuan bagi masyarakat umum bahwa untuk saat ini perlu dibuka pemikiran tentang rancangan yang tidak hanya bertolak pada sisi estetika dan sisi ekonomi namun dapat memecahkan masalah lingkungan melalui perancangan *green building* dengan menggunakan konsep bioklimatik

1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan bertujuan untuk mempermudah pemahaman kerangka skripsi yang telah dibuat. Dalam hal ini penulis telah melakukan perumusan atas apa yang akan dijelaskan di dalam skripsi. Sistematika pembahasan dalam laporan ini akan terbagi menjadi 5 bab antara lain:

1. Bab 1: Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika pembahasan. Bab ini menjelaskan tentang gambaran umum mengenai kajian yang akan diangkat. Kajian berisi tentang gambaran Kota Malang, kebutuhan fasilitas perpustakaan di Kota Malang,

iklim Kota Malang yang nantinya akan dikeluarkan prinsip desain bioklimatik untuk memecahkan masalah tersebut

2. Bab 2: Tinjauan Pustaka

Berisi tentang deskripsi tentang pustaka acuan yang terkait dengan kajian perancangan. Pustaka berasal dari buku, jurnal, dan studi lapangan.

3. Bab 3: Metode Perancangan

Berisi tentang tahap pembahasan mulai dari penjabaran isu, perumusan masalah, pengumpulan data, serta analisis dan sintesa yang relevan dengan teori konsep bioklimatik. Metode yang digunakan ialah metode deskriptif kualitatif pada tahap pengumpulan data, metode programatik pada tahap analisis dan sintesa, dan metode pragmatik pada tahap perancangan. Hasil analisis dan sintesa menghasilkan konsep yang menjadi dasar perancangan yang kemudian disimulasikan dengan software ecotech untuk mengetahui hasil penerapan konsep bioklimatik tersebut.

4. Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang penerapan bioklimatik dalam perancangan perpustakaan melalui analisis dan sintesa aspek tapak, ruang, bangunan, dan bioklimatik yang bersumber dari hasil pengamatan langsung maupun teori. Analisa dan sintesa tersebut menghasilkan konsep perancangan berupa konsep ruang, konsep tapak, konsep bangunan, dan konsep bioklimatik sebagai dasar perancangan bangunan perpustakaan bioklimatik. Tahap perancangan terdiri dari tahap pra rancangan yaitu pengolahan seluruh konsep dalam suatu transformasi desain yang kemudian dikembangkan menjadi gambar pengembangan rancangan. Seluruh hasil rancangan nantinya akan diuji dengan software ecotect untuk mengetahui hasil penerapan konsep bioklimatik tersebut

5. Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran yang berisi tentang uraian penjelasan tentang hasil rancangan yang telah menerapkan bioklimatik serta penulis nantinya akan memberikan saran berkaitan dengan hasil desain yang diajukan.

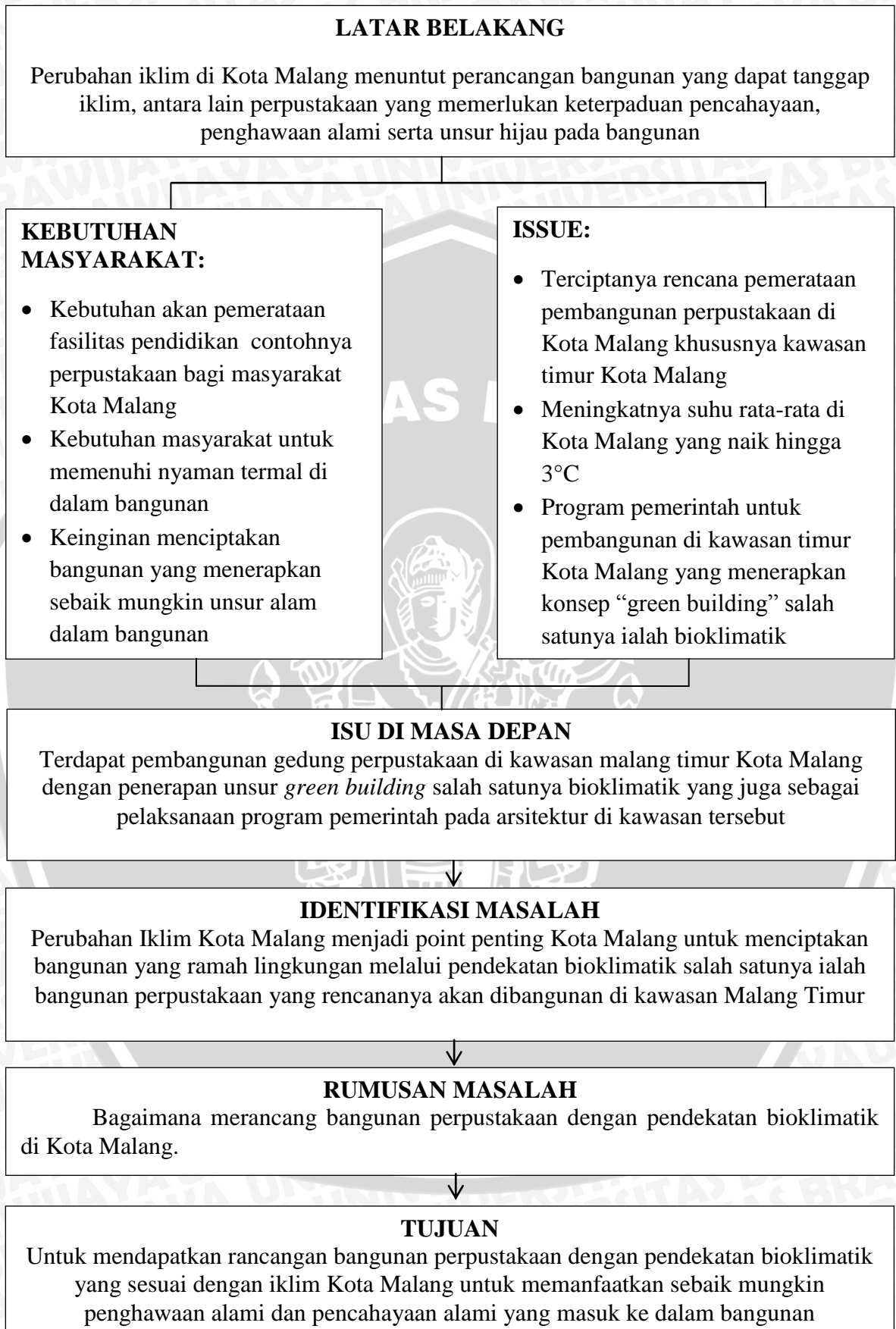


Diagram 1.1. Sistematika kerangka pemikiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Perpustakaan

Secara etimologis perpustakaan berasal dari kata dasar pustaka yang berarti kitab atau buku. Dalam berbagai pendapat para ahli merumuskan bahwa perpustakaan merupakan suatu ruangan yang menjadi bagian dari suatu gedung besar yang digunakan untuk menyimpan buku dalam deretan rak-rak dengan susunan tertentu untuk digunakan pembaca dan bukan untuk dijual. Dalam bahasa asing, perpustakaan dikenal dengan banyak istilah *library* (Inggris), *liber* atau *libri* (Latin), *bebliotheek* (Belanda), *bebliothek* (Jerman), *bibilotheque* (Perancis), *biblioteca* (Spanyol) dan *biblia* (Yunani). (Wikipedia)

Dari banyaknya istilah namun tetap mengandung arti yang sama yakni tempat yang disediakan untuk pemeliharaan dan penggunaan lain sebagainya dan sebagai tempat untuk koleksi buku, majalah dan bahan kepustakaan lainnya yang disimpan untuk dibaca, dipelajari dan dibicarakan. Dari beberapa istilah itu kemudian menimbulkan istilah turunan lain seperti: bahan pustaka, pustakawan, kepustakaan, dan ilmu pengetahuan.

Fungsi perpustakaan menurut SNI 7495 tahun 2011 tentang bidang Perpustakaan Umum dan Perpustakaan Khusus, antara lain:

1. mengembangkan koleksi;
2. menghimpun koleksi muatan lokal;
3. mengorganisasi materi perpustakaan;
4. mendayagunakan koleksi;
5. menyelenggarakan pendidikan pengguna;
6. menerapkan teknologi informasi dan komunikasi;
7. melestarikan materi perpustakaan;
8. membantu peningkatan sumber daya perpustakaan di wilayahnya.

Menurut Pedoman Umum Penyelenggaraan Perpustakaan Umum tahun 1999, jenis gedung untuk perpustakaan umum terbagi menurut ukuran luasnya, antara lain:

1. Gedung untuk perpustakaan umum daerah tingkat II dengan luas bangunan sekurang-kurangnya 200m² dengan luas tanah sekitar 2000m²

2. Gedung untuk perpustakaan Kecamatan dengan luas bangunan sekurang-kurangnya 120m² dengan luas tanah sekitar 1000m²
3. Gedung untuk perpustakaan desa atau kelurahan dengan luas bangunan sekurang-kurangnya 80m² dengan luas tanah sekitar 500m²

Beberapa pengelompokan bahan pustaka pada tipe perpustakaan umum tingkat kota atau kabupaten perpustakaan menurut SNI 7495 tahun 2011 tentang bidang Perpustakaan Umum dan Perpustakaan Khusus, antara lain:

1. Koleksi perpustakaan dikembangkan untuk menunjang visi dan misi, tugas pokok dan fungsi, serta kebutuhan masyarakat.
2. Jenis koleksi perpustakaan terdiri atas koleksi karya cetak, karya rekam dan bentuk lain yang mengakomodasikan semua kebutuhan masyarakat, termasuk kebutuhan penyandang cacat.
3. Perpustakaan umum kabupaten/kota memiliki koleksi buku sekurang-kurangnya 5.000 judul.
4. Perpustakaan menyediakan koleksi terbitan lokal dan koleksi muatan lokal.
5. Koleksi perpustakaan terdiri dari berbagai disiplin ilmu sesuai kebutuhan masyarakat.
6. Penambahan koleksi buku 2% dari jumlah judul per tahun
7. Perpustakaan melakukan pencacahan koleksi setiap 3 tahun.
8. Perpustakaan melakukan penyiangan koleksi setiap 3 tahun.
9. Perpustakaan melanggan sekurang-kurangnya 2 judul surat kabar terbitan lokal propinsi dan 2 judul terbitan nasional.
10. Perpustakaan melanggan sekurang-kurangnya 5 judul majalah.

Menurut Callender & Chiara (1983:257), kriteria pemilihan site untuk perancangan bangunan harus mempertimbangkan aspek-aspek sebagai berikut:

1. Site untuk perpustakaan harus dibuat menonjol contohnya di persimpangan jalan dimana sudut ini lebih mudah dilihat.
2. Penentuan tempat masuk untuk menuju bangunan tersebut
3. Site yang cocok ialah site yang sering dilalui untuk aksesibilitas kendaraan umum di sekitar tapak. Dengan mempertimbangkan aspek tersebut dapat memperhitungkan kebutuhan lansekap untuk perancangan perpustakaan
4. Orientasi site untuk perpustakaan sebaiknya diletakkan di sisi utara untuk meminimalkan radiasi matahari. Apabila tidak memungkinkan, pilihan orientasi dapat berada di sisi timur. Penting bagi sebuah perancangan perpustakaan untuk

minimalisasi sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet terhadap keawetan koleksi buku sehingga dapat digunakan shading atau elemen kisi-kisi untuk menyaring radiasi matahari

5. Area servis memungkinkan bentuk persegi guna memudahkan pengawasan
6. Idealnya sebuah site sebagai perencana pembangunan harus memiliki kondisi lingkungan yang baik khususnya untuk konstruksi bangunan

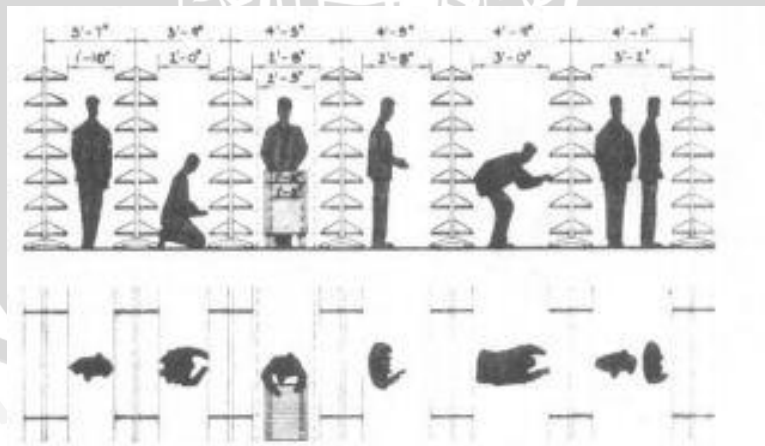
2.2 Tinjauan Teori Arsitektural Perpustakaan

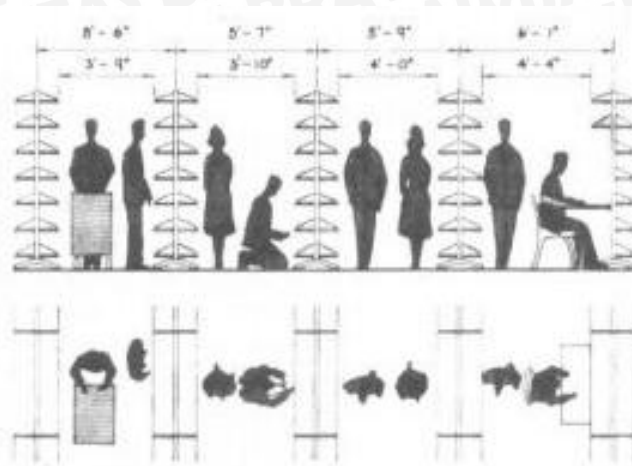
2.2.1 Tinjauan teori ruang perpustakaan

Menurut Callender & Chiara (1983:257) menjabarkan 5 kategori untuk perletakan buku serta hubungan program dengan ruang untuk kebutuhan komunitas, meliputi:

1. Ruang untuk buku

Menentukan jumlah koleksi buku perpustakaan tergantung ukuran ruangan perpustakaan. Perencana perpustakaan menentukan koleksi buku yang ditentukan dari jumlah masyarakat dalam kota. Koleksi buku dalam perpustakaan umum biasanya terbagi menjadi beberapa macam antara lain buku fiksi dan non fiksi, buku khusus anak-anak, buku referensi, microfilm, koran, majalah dan buku lokal. Dalam memperkirakan jumlah ruang maka dibutuhkan perhitungan seperti ruang baca terbuka, 7 volume buku per meter, atau 50 buku per kaki standar tinggi rak, atau 100 buku per dua kaki rak, Bookstack, 15 buku per m^2 , atau 2 buku per m^3 .



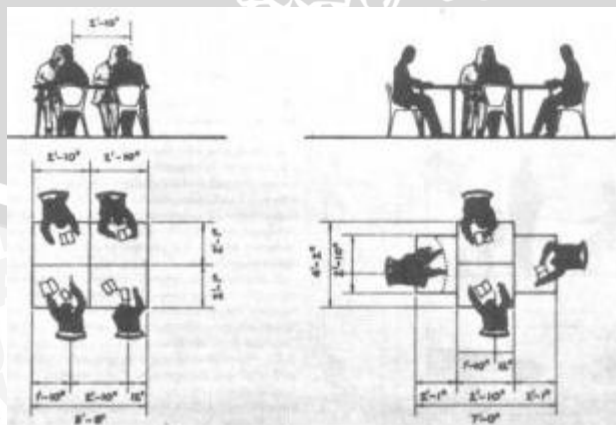


Gambar 2.1. Ukuran jarak per rak buku

Sumber: Callender & Chiara (1983:348)

2. Ruang untuk pembaca

Faktor yang menentukan ruang bagi pembaca ialah yang dapat menarik keinginan masyarakat untuk membaca di perpustakaan. Biasanya hal ini juga disesuaikan dengan bagaimana perancang membuat bangunan perpustakaan tersebut terlihat menarik. Dalam perencanaannya diharuskan untuk mempersiapkan jumlah tempat duduk untuk dapat menampung pembaca yang akan datang ke perpustakaan sehingga tidak sedikit kenyataannya pada ruang baca dan diskusi digabungkan dengan ruang serbaguna untuk mengantisipasi penambahan pembaca. Sebagai aturan yang telah ditetapkan, minimum tunjangan untuk ruang baca terbuat dari 30m² orang dewasa dan 20 m² anak. Alokasi bagi pembaca yang duduk diharuskan dalam keadaan ruangan yang bersih bagi pembaca, terdiri dari kursi, meja, sirkulasi pada gang-gang rak buku, dan fasilitas layanan meja.



Gambar 2.2. Ukuran per jarak antar meja baca

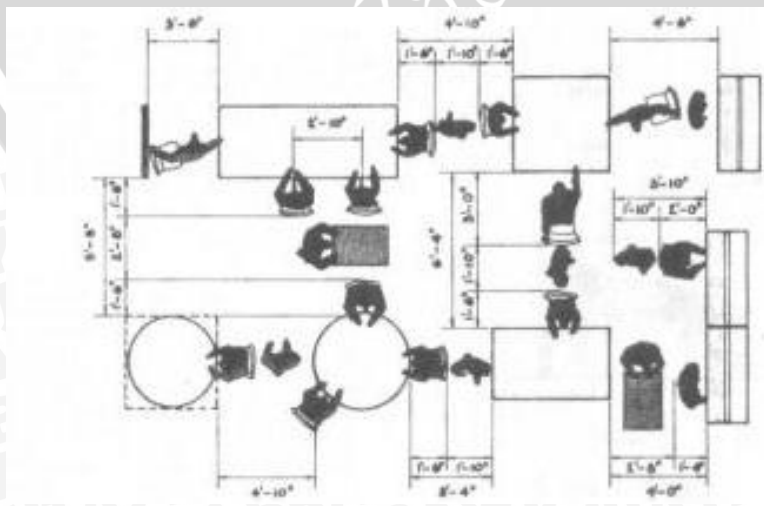
Sumber: Callender & Chiara (1983:348)

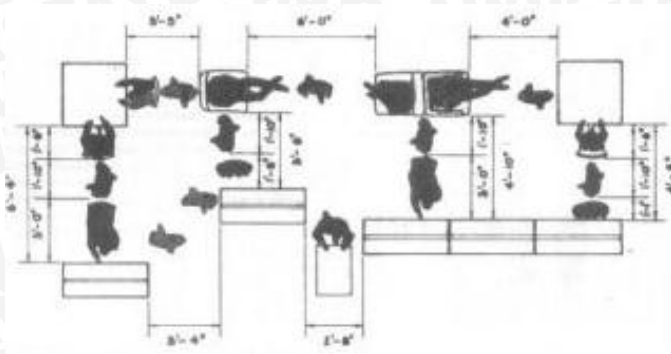
3. Ruang untuk staf/pegawai

Perhitungan ruang yang diperuntukan bagi pengelola dapat bermacam-macam misalnya perhitungan waktu kerja per hari pengelola dalam bekerja di perpustakaan, waktu perpustakaan tunggal dan perpustakaan yang beralifiansi dengan perpustakaan lain memiliki ukuran ruang staf yang berbeda serta jam buka perpustakaan dalam 1 minggu yang pada umumnya memiliki layanan tertentu dalam ruangan staf itu sendiri. Standart kebutuhan ruang staf harus diperhitungkan atas dasar 100m² anggota staf termasuk ruang untuk meja, kursi, buku, dan peralatan. Ruang staf juga memiliki fungsi ruang pendukung antara lain kantor administrasi, ruangan bekerja, lounge ruang administrasi pustakawan, sekretaris dan resepsionis. Daerah ruang kerja yang disediakan juga harus memiliki fasilitas servis seperti pantry sebagai tempat memasak, toilet yang dibedakan untuk toilet laki-laki dan perempuan. Sebisa mungkin kondisi kerja dibuat nyaman mungkin untuk administrasi kepegawaian yang efektif serta layanan perpustakaan yang efisien.

4. Kelompok diskusi

Pada suatu ruang perpustakaan biasanya memperhatikan fasilitas ruang bersama yang dapat berupa auditorium atau ruang serbaguna. Biasanya tempat ini dimanfaatkan untuk ruang cerita anak-anak, kelompok diskusi, pertemuan staf maupun acara yang menggunakan sponsor. Untuk memaksimalkan fungsi ruang tersebut biasanya ruang dilengkapi dengan peralatan audiovisual untuk mendukung kegiatan tersebut serta dilengkapi dengan peralatan ruang baca yang lain seperti kursi, meja, papan tulis, dan peralatan. Hanya satu katalog dengan kartu lengkap yang dipertahankan dengan posisi sedekat mungkin dengan area membaca dan area referensi, meja sirkulasi dan ruang pengolahan.





Gambar 2.3. Macam ukuran jarak antar meja sebagai tempat diskusi

Sumber: Callender & Chiara (1983:348)

5. Ruang mekanikal

Fungsi ruang yang tergolong dengan ruang mekanikal ialah ruang utilitas, toilet, lift, saluran udara, pemanas, peralatan pendingin udara, kloset dan retail toko. Dalam perencanaannya, ruang ini dibuat tidak terlalu tampak pada bangunan. Biasanya area ini dijauhkan dari aktivitas publik atau di satukan pada core bangunan. Disarankan untuk ruang mekanikal ini dibuat 20% dari jumlah keseluruhan bangunan sehingga ruang-ruang yang lain dapat difungsi utamakan untuk kepentingan publik yang lebih berbaur investasi. Menurut Rachmananta (2006:10-11) merencanakan ruang perpustakaan harus dipertimbangkan untuk dimasukkan:

- a. rasa aman
- b. didisain untuk mengakomodasi perabotan yang kokoh, tahan lama dan fungsional, serta memenuhi persyaratan ruang, aktivitas dan pengguna perpustakaan, menampung persyaratan khusus populasi sekolah dalam arti cara paling restriktif.
- c. didisain untuk mengakomodasi perubahan pada program sekolah, program pengajaran, serta perkembangan teknologi audio, video dan data yang muncul, memungkinkan penggunaan, pemeliharaan serta pengamanan yang sesuai menyangkut perabotan, peralatan, alat tulis kantor dan materi.
- d. dirancang dan dikelola untuk menyediakan akses yang cepat dan tepat waktu ke aneka ragam koleksi sumber daya yang terorganisasi, secara estetis pengguna tertarik dan kondusif dalam hiburan serta pembelajaran, dengan panduan dan tanda-tanda yang jelas dan menarik
- e. lokasi terpusat atau sentral, dimana mungkin di lantai dasar akses dan kedekatan, dekat semua kawasan pengajaran

- f. faktor kebisingan, paling sedikit di perpustakaan tersedia beberapa bagian yang bebas dari kebisingan dari luar
- g. pencahayaan yang baik dan cukup, baik lewat jendela maupun lampu penerangan
- h. suhu ruangan yang tepat (misalnya, adanya pengatur suhu ruangan ataupun ventilasi yang mencukupi) untuk menjamin kondisi bekerja yang baik sepanjang tahun di samping preservasi koleksi
- i. desain yang sesuai guna memenuhi kebutuhan penderita cacat fisik
- j. ukuran ruang yang cukup untuk penempatan koleksi buku, fiksi dan non-fiksi, buku sampul tebal maupun tipis, surat kabar dan majalah, sumber non-cetak serta penyimpanannya, ruang belajar, ruang baca, komputer meja, ruang pameran, ruang kerja tenaga dan meja perpustakaan fleksibilitas untuk memungkinkan keseragaman kegiatan serta perubahan kurikulum dan teknologi pada masa mendatang
- k. kawasan ruang belajar dan riset untuk penempatan meja informasi, laci katalog, katalog terpasang, meja belajar dan riset, koleksi referensi dan dasar kawasan ruang baca informal untuk buku dan majalah yang mendorong literasi, pembelajaran sepanjang hayat, dan membaca untuk keceriaan
- l. kawasan ruang instruksional dengan kursi yang disusun untuk kelompok kecil, kelompok besar dan instruksional formal seluruh kelas, “dinding pengajaran”, dengan kawasan teknologi pengajaran dan pameran yang sesuai kawasan ruang proyek kelompok dan produksi untuk kerja fungsional dan pertemuan perorangan, kelompok maupun kelas, serta fasilitas untuk produksi media
- m. kawasan ruang administrasi untuk meja sirkulasi, ruang kantor, kawasan untuk memproses materi media perpustakaan, penyimpanan peralatan pandang-dengar, dan kawasan materi serta alat tulis kantor.

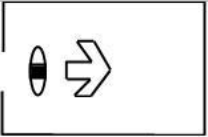
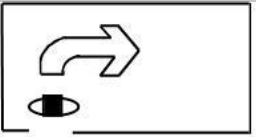
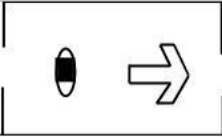
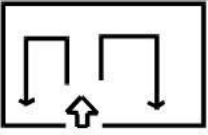
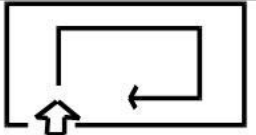
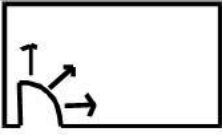
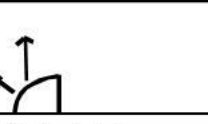
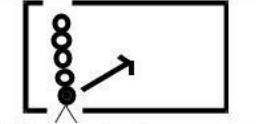
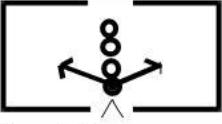
Sedangkan menurut Neufert (1992:145), terdapat 2 sistem pola perpustakaan yaitu:

1. Sistem pola terbuka yaitu sistem yang menggunakan penyimpanan buku secara terbuka dengan dilengkapi ruang baca di sekitar rak buku dan bukan di antara rak-rak

2. Sistem pola tertutup ialah pembaca tidak dapat mengambil buku sendiri melainkan harus melalui petugas. Pengunjung dapat melihat buku dari daftar katalog yang disediakan

2.2.2 Tinjauan sirkulasi perpustakaan

Pengertian aksesibilitas dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia merupakan hal yang menjadi keterkaitan sedangkan pengertian lain menyebutkan bahwa akses ialah derajat kemudahan dicapai oleh orang, terhadap suatu objek, pelayanan ataupun lingkungan. Kemudahan akses tersebut diimplementasikan pada bangunan gedung, lingkungan dan fasilitas umum lainnya (wikipedia). Sirkulasi dalam perpustakaan biasanya berfungsi sebagai lalu lintas pengunjung atau pengelola perpustakaan dalam menjalankan aktivitasnya di dalam perpustakaan. Terdapat beberapa model sirkulasi yang didasarkan pada penempatan dan bukaan pintu, antara lain:

		
Condong untuk berhenti/memperlambat jalan	membelokkan	meneruskan
		
Tidak baik, ruang terbagi menjadi dua bagian, Mbingungkan bagi yang masuk	Baik, pandangan terarah ke seluruh ruang	Jelas, langsung
		
Tidak jelas, terhalang	Baik/menguntungkan Pandangan jelas Orientasi baik	Kurang baik Terbagi dua Symetri

Gambar 2.4. Sistem sirkulasi perpustakaan

Sumber: <http://www.pnri.go.id/gambarmajalah/3.design%20perpustakaan.jpg>

Menurut Soedibyo (1987) daerah pelayanan perpustakaan dibagi dalam beberapa ruangan sebagai berikut:

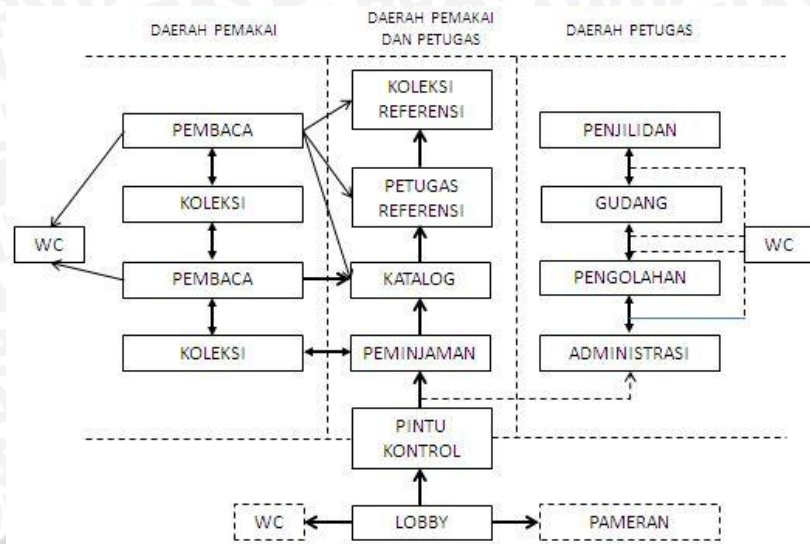


Diagram 2.1. Daerah layanan perpustakaan

Sumber: Soedibyo (1987)

2.2.3 Tinjauan penghawaan perpustakaan

Menurut Cita dan Marlina (2012) bahwa kelembaban dan suhu udara ideal untuk perpustakaan antara 44-60 tH dan 20-24 derajat celcius. Menurut Syaikhul dan Ginting (2011) menyebutkan bahwa salah satu kerusakan fisik pada koleksi perpustakaan ialah pengaturan sirkulasi udara dan pencahayaan pada elemen bangunan seperti lantai, rak buku, ruang baca, ruang kerja, lift, tangga dan toilet. Koleksi khusus sebaiknya dijauhkan pada penghawaan alami yang memiliki kadar udara yang berubah-ubah sesuai musimnya. Koleksi tersebut perlu disimpan pada ruangan berpendingin (AC) selama 24 jam agar kelembabannya terjaga serta lantai, dinding, dan rak dapat dibersihkan secara teratur.

Menurut Fitria *et al.* (2008), menjelaskan bahwa keadaan perpustakaan yang menyehatkan penghuni perpustakaan ialah pengurangan kadar debu ruangan. Hal ini memiliki keterkaitan dengan penggunaan sistem ventilasi dan bukaan. Untuk mencapai penghawaan atau pendinginan alami boleh-boleh saja menggunakan penghawaan alami dengan cara sistem ventilasi yang dilengkapi angin dan jendela terbuka untuk mencegah masuknya debu dan mikroba yang masuk terbawa oleh angin. Lain halnya untuk ruang kerja harus menggunakan lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan sistem ventilasi silang agar tercapai standart pertukaran udara yakni 0,283 M³/menit/orang dengan laju ventilasi sebesar 0,15 – 0,25 m/detik.

2.2.4 Tinjauan pencahayaan perpustakaan

Pada dasarnya kebutuhan pencahayaan pada perpustakaan sangat mutlak digunakan untuk aktivitas utama di dalam perpustakaan. Menurut Saputra dan Nurdiah (2012) pencahayaan tipe alami dan buatan memiliki peran masing-masing untuk kebutuhan perpustakaan. Pencahayaan alami berfungsi untuk memperkuat kesan ruang namun posisinya dapat diatur agar tidak merusak koleksi buku yang dipajang pada rak sedangkan pencahayaan buatan berfungsi sebagai tambahan untuk memenuhi kebutuhan intensitas pencahayaan untuk membaca.

Biasanya pengoptimalan cahaya alami dapat diterapkan pada bangunan dengan ukuran ruang yang luas dan lebar. Mengingat iklim Kota Indonesia tergolong iklim tropis yang peredaran matahari sepanjang tahun sehingga kemungkinan memaksimalkan pencahayaan pasif bisa memiliki keuntungan dalam segi penghematan listrik dan penggunaan suasana yang dramatis.

Pada umumnya pencahayaan alami dapat berupa *skylight* maupun atrium untuk memasukkan sinar matahari namun harus disaring atau dipantulkan terlebih dahulu dengan bahan yang dapat menyerap ultraviolet untuk mencegah kerusakan bahan pustaka. Hal tersebut juga dimaksudkan untuk mengurangi panas dari cahaya matahari yang masuk ke dalam bangunan namun cahaya yang masuk tetap maksimal. Sedangkan cahaya yang masuk dari bukaan jendela bisa dapat pula diberi tambahan kisi-kisi dan material pemantul guna meminimalkan beban panas, mengurangi gangguan penglihatan seperti silau, menghasilkan intensitas pencahayaan yang lebih merata dan memasukkan cahaya alami lebih dalam ke dalam ruang. Selain itu, sistem ini dapat melindungi koleksi buku akibat sinar ultraviolet. Kekurangan sistem ini adalah membutuhkan alat-alat bantu untuk memantulkan cahaya matahari. Standart minimal gedung dan ruang penyimpanan arsip inaktif, Arsip Nasional Republik Indonesia (2001) bahwa cahaya yang masuk melalui jendela namun tidak dapat dihindari dapat diberi tirai penghalang cahaya matahari.

2.2.5 Tinjauan lansekap pada perpustakaan

Menurut Syaikhu dan Ginting (2011) menyebutkan bahwa perancangan arsitektur pada bangunan perpustakaan erat kaitannya dengan pengaturan lansekap baik di luar ruangan maupun di dalam bangunan atau ruang perpustakaan. Aspek lansekap yang diperhatikan ialah pada aspek pencahayaan ruang serta pengaturan sirkulasi pejalan kaki dan kendaraan pada saat masuk bangunan. Hal ini diharapkan dapat

menciptakan suasana nyaman dan serta mendukung aspek pengawasan. Menurut Beck *et al.* (2007) menyebutkan bahwa hubungan tanaman ke dalam lingkungan manusia khususnya bangunan dapat menginduksi relaksasi dan mengurangi stres, takut, marah, dan tekanan darah dan ketegangan otot.

2.3 Tinjauan Arsitektur Bioklimatik

2.3.1 Konsep arsitektur bioklimatik

Bioklimatik diilhami dari pengembangan mode arsitektur oleh Frank Lloyd Wright yang mengembangkan arsitektur dengan menghubungkan alam dan lingkungan dimana prioritas utama ialah untuk mendapatkan ketenangan, keselarasan, kebijaksanaan, kekuatan bangunan dan kegiatan bangunan. Selain itu arsitek Oscar Niemeyer yang merancang bangunan dengan menghubungkan alam dan lingkungan dengan penyesuaian bentuk, bahan dan arsitektur. Selanjutnya dari kedua arsitek ini muncul arsitek Victor Olgay yang menemukan arsitektur bioklimatik pada tahun 1963 yang selanjutnya diikuti oleh arsitek-arsitek lain salah satunya Ken Yeang yang berhasil memenangkan penghargaan Aga Khan Award pada bangunan dengan penerapan kriteria *Bioclimatic Skyscraper* dengan baik. Dari penjelasan tersebut maka bangunan bioklimatik adalah bangunan yang menyesuaikan iklim mikro bangunan dengan mempertimbangkan penggabungan unsur hijau, elemen pencahayaan dan elemen penghawaan bangunan untuk menghasilkan kenyamanan. Dalam pengertian secara luas, desain bioklimatik juga mempertimbangkan unsur ekologi desain untuk menciptakan bangunan yang rendah energi. (wikipedia)

Hasil dari pembahasan tinjauan pustaka tentang perpustakaan bahwa pertimbangan pembangunan perpustakaan tidak menutup kemungkinan untuk mengaplikasikan bangunan tanggap iklim dalam mencapai kenyamanan. Selama ini perpustakaan dirasa didominasi untuk pencapaian mendapatkan pencahayaan alami untuk aktivitas utama namun sebenarnya diperlukan juga keseimbangan udara melalui penghawaan alami. Penghawaan dan pencahayaan alami pada bangunan perpustakaan menjadi tantangan tersendiri bagi arsitek atau perancang karena penempatannya diatur untuk aktivitas penghuni akan tetapi diupayakan untuk menghindari sebisa mungkin pada penyimpanan ruang koleksi terkait dengan perawatan alat-alat mekanik seperti komputer serta ketahanan media cetak. Dengan menerapkan prinsip desain bioklimatik maka tidak hanya menghasikan keuntungan dalam menciptakan kenyamanan visual dan kenyamanan termal namun dapat mewujudkan kondisi ekologi yakni pemanfaatan unsur

hijau dalam kriteria lansekap sebagai aspek perwujudan psikologi penghuni serta penggunaan elemen-elemen bangunan untuk mereduksi kebisingan dalam perpustakaan.

2.3.2 Prinsip desain arsitektur bioklimatik

Beberapa prinsip bioklimatik yang dikembangkan oleh Ken Yeang dalam Powell (1999), antara lain:

1. Energi pasif desain

Bagi Yeang, tahapan pertama menghasilkan energi pasif bangunan ialah mengkonfigurasi hubungan bangunan dengan lingkungan tapak tanpa memaksimalkan penggunaan energi aktif. Pada pendekatan bioklimatik, seorang perancang harus dapat merespon iklim dengan pemilihan site, orientasi, konfigurasi, layout, konstruksi dan sistem M.E. Pendekatan bioklimatik tidak hanya harus konsisten memperhatikan aturan dalam merancang bentuk bangunan yang sesuai namun memperhatikan variasi untuk respon terhadap bentuk geometri site dan data meteorologi iklim. Sebagai konservasi energi pada bangunan tinggi, Yeang memperhatikan hal sebagai berikut:

- a. Konfigurasi bentuk bangunan dan hubungan bangunan dengan lingkungan (sistem pasif bangunan)
- b. Manajemen sistem energi (efisiensi sistem)
- c. Sistem M.E bangunan (sistem aktif bangunan)

2. Desain dengan alam

Pada awal praktisinya, T R Hamzah dan Ken Yeang mencoba untuk menjawab permasalahan untuk menggabungkan tanaman dengan bangunan. Keyakinannya bahwa tanaman memiliki peran penting untuk diterapkan pada bangunan disamping sebagai fungsi ekologi tapi juga untuk mencoba memperkenalkan fungsi tanaman ke dalam bangunan. Pada umumnya bangunan ialah sesuatu yang amsif dan bersifat anorganik sehingga selalu menghasilkan dampak terhadap lingkungan. Hal ini membutuhkan suatu keseimbangan penataan tanaman terhadap bangunan yang dapat berdampak ke seluruh lingkungan kota (heat-island effect), memproduksi oksigen untuk menghasilkan penghawaan alami bangunan dan menyerap karbon dioksida dan karbon monoksida sebagai hasil akibat sistem bangunan.

Yeang mengungkapkan 3 cara untuk mengintegrasikan tanaman dengan bangunan, antara lain:

- a. Juxtaposition, yaitu menggunakan kotak penanam sebagai media tumbuh tanaman
- b. Intermixing, yaitu menyediakan area besar untuk penempatan tanaman dengan jumlah yang besar pula
- c. Integration, yaitu kondisi ideal untuk menggabungkan material organik terhadap massa anorganik/ bangunan.

3. Prinsip ekologi desain

Dalam desain ekologi, Yeang melibatkan pendekatan holistic yaitu penggunaan energi dan material berkelanjutan selama peredaran sistem bangunan. Dari sumber material yang berlimpah untuk dapat dimanfaatkan kembali /*recycle*. Strategi Yeang untuk bangunan tinggi ialah konservasi energi.

Pada pendekatan desain ekologi, Yeang menyarankan untuk menggunakan keempat aspek tersebut secara bersamaan. Di sisi lain, Yeang melihat bahwa di antara pendekatan, hasil ekologi dan pendekatan perancang terhadap keberlanjutan lingkungan dapat digambarkan seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Pendekatan Perbedaan Mode Desain

Content	MODE DESAIN		
	Bioklimatik	Ekologi	Pendekatan lain
Konfigurasi bentuk bangunan	Dipengaruhi iklim	Dipengaruhi lingkungan	Pengaruh lain
Orientasi bangunan	Krusial	Krusial	Tidak terlalu penting
Fasad dan bukaan	Respon iklim	Respon lingkungan	Pengaruh lain
Sumber energi	dihasilkan	Dihasilkan/lokal	dihasilkan
Kehilangan energi	Krusial	Krusial/ penggunaan kembali	Tidak terlalu penting
Kontrol lingkungan	listrik/ buatan/ alami	listrik/ buatan/ alami	listrik/ buatan
Level kenyamanan	Dapat diubah/ konsisten	Dapat diubah/ konsisten	konsisten
Respon rendah energi	Energi Pasif / listrik	Energi Pasif / listrik	listrik
Konsumsi energi	Energi rendah	Energi rendah	Umunya energi tinggi
Sumber material	Tidak terlalu penting	Ramah lingkungan	Tidak terlalu penting
Hasil material	Tidak terlalu penting	Reuse/recycle/ reintegrate	Tidak terlalu penting
Hasil yang berpengaruh pada tapak	penting	krusial	Tidak terlalu penting

Sumber: Powell (1999)

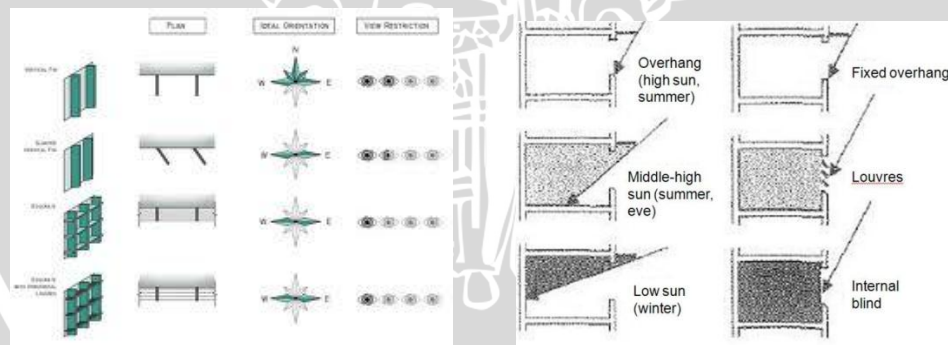
2.3.3 Tinjauan iklim

Pendekatan bioklimatik merupakan tahap perancangan desain dengan menggunakan analisis iklim sekitar bangunan. Pengertian iklim menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia ialah keadaan hawa (suhu, kelembaban, perawanan, hujan, dan sinar matahari) pada suatu daerah dalam jangka waktu yang agak lama (30 tahun) di suatu daerah. Unsur-unsur alam yang menentukan iklim dibedakan menjadi 3, yaitu:

A. Radiasi matahari

Matahari merupakan sumber energi alami. Pengaruh yang ditimbulkan akibat pergerakan matahari antara lain efek panas, radiasi matahari, dan silau. Untuk mengetahui efek sinar matahari yang jatuh ke tapak dapat ditentukan dengan garis azimuth. Semakin mendekati sudut tegak lurus / 90° semakin besar pula konsentrasi radiasi yang diterima tapak, semakin kecil sudut matahari yang terbentuk maka konsentrasi radiasi matahari juga semakin kecil. Menurut Hamimie (2006) menyebutkan bahwa faktor-faktor yang menentukan bentuk desain pelindung matahari, antara lain:

1. Posisi matahari
2. Waktu pembayangan, yakni pada jam berapa saja dibutuhkan pelindung matahari
3. Sudut pembayangan matahari, yaitu sudut vertikal dan horisontal
4. Jenis pelindung matahari disesuaikan dengan orientasi bukaan

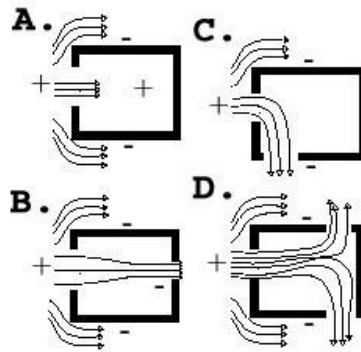


Gambar 2.5: Desain shading menurut orientasi (kiri), sudut jatuh sinar matahari (kanan)

Sumber: <http://www.ics.ele.tue.nl/>

B. Angin

Pengaruh angin dan lintasan matahari terhadap bangunan dapat dimanfaatkan melalui gedung yang didesain secara terbuka dengan jarak yang cukup antara bangunan agar gerak udara tetap terjamin. Orientasi bangunan dapat ditempatkan di lintasan matahari dan angin pada bangunan yang berarah dari timur ke barat atau yang terletak tegak lurus terhadap angin



Gambar 2.6. Pergerakan udara dalam ventilasi silang

Sumber: <http://danikamalia.blogspot.com/2013/04/fisika-bangunancross.html>

C. Kelembaban

Kelembaban merupakan tindakan pencegahan fisikan bangunan yang mempengaruhi kelangsungan, penggunaan dan pengelolaan bangunan, kelembaban yang mempengaruhi gedung meliputi:

1. Air tanah naik ke pondasi gedung
2. Tekanan aktif air yang terjadi bila terjadi banjir pada satu sisi dinding
3. Air hujan yang tersapu angin dapat memasuki celah dinding
4. Air tanah menekan dinding bawah bangunan / basement
5. Percikan air hujan akan merusak kaki dinding
6. Air hujan yang terus menerus mengenai atap rumah karena kadang material atap dapat meningkatkan kelembaban air
7. Kelembaban gedung tidak dikeringkan secara teratur
8. Embun mengendap pada permukaan bidang yang paling dingin dan kedap air



Gambar 2.7. Berbagai macam kelembaban dalam gedung

Sumber: Frick:53

Iklim dalam desain bangunan dengan pendekatan bioklimatik merupakan aspek penting rancang bangunan yang tanggap iklim. Sehingga dari elemen-elemen yang

nantinya keluar pada desain dapat menjadi titik utama fokus pada fungsi bangunan itu sendiri. Efek iklim mengarah pada kenyamanan yang terbagi menjadi 2, antara lain:

1. Iklim terhadap bangunan

Bangunan dibuat secara terbuka dengan jarak cukup antar massa bangunan agar gerak udara terjamin. Orientasi bangunan sebaiknya diletakkan di antara lintasan matahari. Gedung berbentuk persegi panjang untuk memaksimalkan ventilasi silang. Menyisakan minimal 30% lahan bangunan terbuka untuk penghijauan

2. Iklim terhadap manusia

Seperti bangunan, iklim juga dapat mempengaruhi manusia. Iklim tentunya dapat mengakibatkan gangguan keseimbangan termal dalam tubuh manusia. Suhu tubuh manusia normal ialah 37°C. Ketika suhu bertambah tinggi maka suhu tubuh manusia menandakan bahwa manusia tersebut sudah menderita sakit. Pertukaran panas antara manusia dan lingkungannya terjadi secara timbal balik dapat digambarkan dengan 4 cara pertukaran kalor, antara lain:

- a. Penyaluran panas secara langsung lewat tapak kaki
- b. Perpindahan kalor sebesar 25-30% ke udara di sekeliling tubuh
- c. Proses radiasi panas ke udara sekeliling yang lebih sejuk yakni antara 40-60%
- d. Penguapan keringat dan pernapasan 25-30%

2.3.4 Teori bioklimatik Ken Yeang

Arsitektur bioklimatik berasal dari pemahaman Yeang (1999:21) yang menyatakan bahwa "*bioclimatology is the studi of the relationship between climate and life, particularly the effect of climate on the health and activity of living things*", artinya ialah ilmu yang mempelajari tentang iklim dan lingkungan khususnya efek iklim terhadap kesehatan dan aktivitas hidup sehari-hari.

Ken Yeang melihat bahwa aspek iklim ialah fitur yang relatif tahan lama. *Bioclimatology*, dalam hal arsitektur adalah hubungan antara bentuk struktur, dan kinerja lingkungan dalam kaitannya dengan iklim eksternal dengan beberapa manfaat yakni mencapai menghasilkan biaya energi siklus hidup yang lebih rendah, serta menyediakan lingkungan yang lebih sehat dan lebih manusiawi dalam struktur bangunan. Melalui pendekatan bioklimatik Ken Yeang berusaha untuk merancang bangunan pasif yang rendah energi, dengan fokus pada kenyamanan penghuni. Bagi Ken Yeang merancang bangunan bioklimatik ialah menerapkan vegetasi dalam bangunan. Hal ini sama halnya seperti penghematan energi bangunan untuk 10-20 tahun

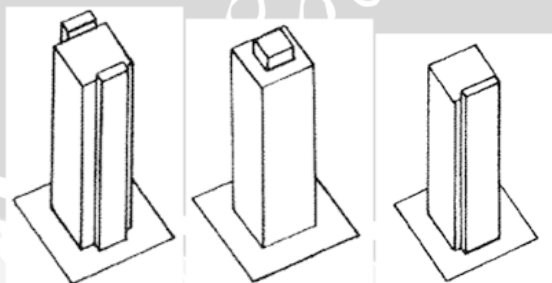
ke depan atau artinya membangun lansekap kota pada bangunan agar lebih sintesis, anorganik dan buatan. Setelah meninjau pemikiran bioklimatik yang dicetuskan oleh Ken Yeang maka dapat diambil suatu kesimpulan terkait alasan penetapan bioklimatik Ken Yeang untuk perancangan perpustakaan antara lain:

1. Ken Yeang terbukti berhasil menerapkan pendekatan bioklimatik pada bangunan perpustakaan di Singapore juga terbukti dengan memenangkan penghargaan antara lain BCA Green Mark Platinum Award 2005, dan the Singapore Institute of Architects Award
2. Lokasi perancangan bangunan bioklimatik oleh arsitek Ken Yeang merupakan lokasi dengan iklim yang hampir sama dengan iklim Indonesia yakni iklim Tropis dengan suhu sekitar 21-34°C, kelembaban relatif tinggi dan curah hujan yang banyak

Dalam merancang bangunan juga dibutuhkan suatu kriteria atau parameter desain. Berikut merupakan kriteria umum desain bioklimatik menurut Yeang (1994:28-31) yang meliputi:

1. Posisi core

Ekologi dalam bangunan bioklimatik ialah menekankan penggunaan pasif energi khususnya pada struktur mekanik bangunan. Wujud ekologi dapat dilihat pada posisi servis core dalam bangunan. Sebagai contohnya dalam rancangan menara mesianaga milik arsitek Ken Yeang yang meletakkan core tidak hanya sebagai struktur pendukung namun sebagai ruang penetralisir panas. Core ditarik ke arah utara untuk menciptakan ruang kerja dengan sirkulasi yang kurang lebar. Menurut Ken Yeang menempatkan core pada lintasan matahari merupakan salah satu tahap perwujudan bioklimatik pada bangunan

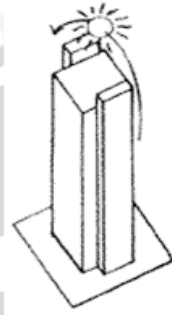


Gambar 2.8. Core ganda (kiri), core pusat (tengah) dan core tunggal sisi bangunan (kanan)

Sumber: Yeang (1994:28)

2. Penentuan orientasi

Orientasi pada bangunan bioklimatik dioptimalkan pada sisi selatan dan utara yang memberikan keuntungan dalam penggunaan ventilasi itu sendiri. Dikarenakan pada bangunan tinggi selalu mendapat penyinaran matahari secara penuh dan radiasi matahari.

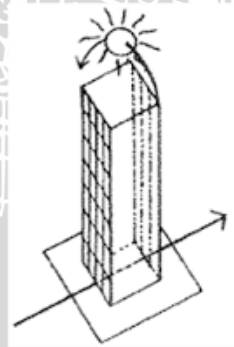


Gambar 2.9. Orientasi bangunan terhadap lintasan matahari

Sumber: Yeang (1994:28)

3. Bukaannya jendela

Umumnya bangunan menjauhkan radiasi matahari yang didapat dari bukaan-bukaan bangunan. Menurut Ken Yeang bukaan jendela sebaiknya menghadap utara atau selatan. Bila memperhatikan alasan estetika penggunaan *curtain wall* dapat diterapkan pada fasad bangunan yang tidak menghadap matahari. Pemakaian shading dapat menjadi suatu pemecahan untuk mengantisipasi radiasi matahari.

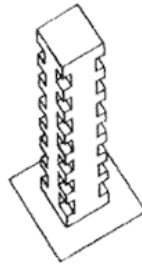


Gambar 2.10. Penempatan bukaan jendela pada bangunan bioklimatik

Sumber: Yeang (1994:28)

4. Penggunaan balkon

Penempatan teras pada bangunan khususnya bangunan bertingkat tinggi berguna untuk mengurangi penggunaan panel-panel anti panas. Dengan adanya teras juga dapat digunakan sebagai jalur evakuasi serta dapat menambah fasilitas-fasilitas sebagai pembayang alami salah satunya area penanaman atau taman dalam.

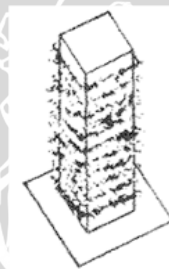


Gambar 2.11. Penempatan balkon sebagai pembayang sinar yang alami

Sumber: Yeang (1994:28)

5. Penggunaan lansekap

Menurut Yeang tumbuhan dan lansekap tidak hanya memenuhi faktor estetika namun juga sebagai ekologi bangunan, menurutnya, ketika terjadi integrasi antara elemen biotik (tanaman) dan elemen abiotik (bangunan) dapat memberikan efek dingin pada bangunan, membantu penyerapan O₂ dan pelepasan CO₂.

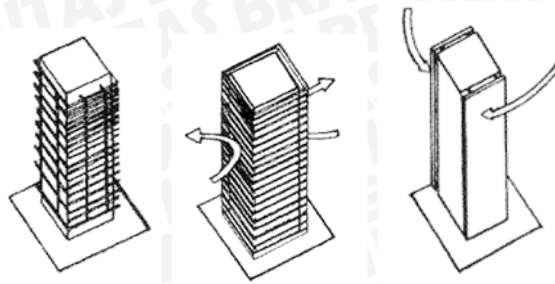


Gambar 2.12. Integrasi elemen biotik pada elemen abiotik

Sumber: Yeang (1994:28)

6. Desain dinding

Desain dinding bisa berarti sebagai suatu lapisan yang berfungsi sebagai kulit pelindung bangunan. Pada iklim sejuk harus dapat melindungi bangunan dari hawa dingin begitu juga sebaliknya dapat digunakan sebagai pelindung saat musim panas. Desain dinding dapat menerapkan prinsip insulasi yang harus tetap dibuka pada saat musim kemarau. Desain dinding juga berfungsi sebagai penyekat panas pada dinding seperti halnya struktur massa bangunan bekerja melepas panas saat siang hari. *Solar heat* atau *solar window* dapat diterapkan pada tampak gedung untuk menterap panas matahari. Terdapat 2 sistem pembayangan pada desain dinding, pertama menampilkan ‘taman di awan’ yang membelit bangunan berbentuk spiral dengan penutup aluminium dan baja yang kedua membuat pembayangan dari plat aluminium di beberapa bidang bangunan untuk membayangi fasad bangunan.

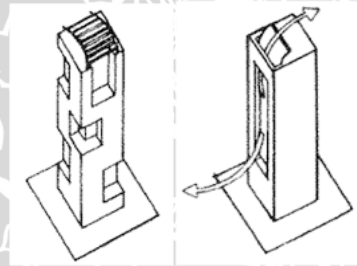


Gambar 2.13. Desain dinding sebagai ventilator alami dan insulator panas

Sumber: Yeang (1994:28)

7. Ruang transisi

Ruang transisi pada bangunan bioklimatik diartikan sebagai suatu zona di antara interior dan eksterior bangunan. Perwujudan area transisi bisa berupa atrium atau peletakan di tengah bangunan dan sekeliling bangunan yang berfungsi sebagai ruang udara. kisi-kisi pada atap bangunan nantinya bisa mengarahkan angin dari atrium ke ruang-ruang dalam.

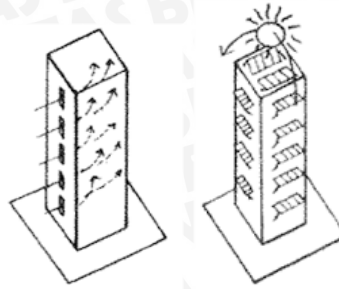


Gambar 2.14. Ruang transisi pada bangunan bioklimatik

Sumber: Yeang (1994:28)

8. Pembayang pasif

Menurut Ken Yeang, pembayangan pasif berarti pembiasan sinar matahari pada dinding yang menghadap matahari secara langsung sebagai pencahayaan alami sedangkan penghawaan alami dengan sirkulasi yang baik dapat memberikan kenyamanan bangunan. Ventilasi silang dapat mengarahkan angin ke luar melalui posisi bukaan yang dibuat berlawanan. Dalam bangunan tinggi, perwujudan ventilasi silang dapat diaplikasikan dengan area transisi, atrium, penangkap angin, *skycourt*, dan *sun shading*.

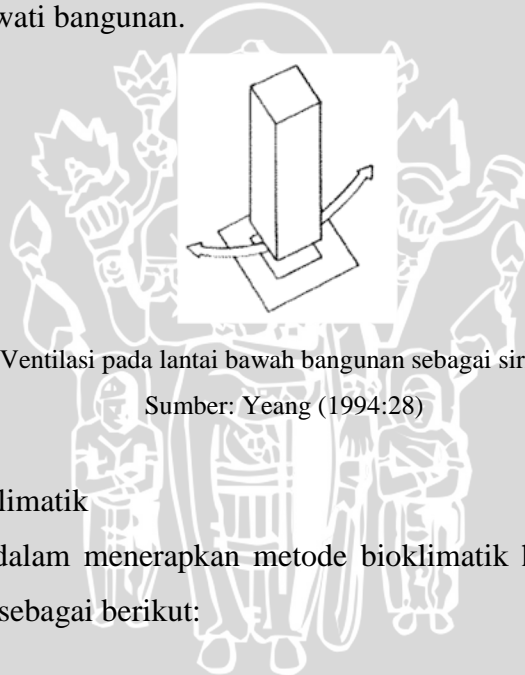


Gambar 2.15. Alat pembayang pasif pada bangunan bioklimatik

Sumber: Yeang (1994:28)

9. Ventilasi Alami lantai bawah bangunan / *open plan*

Denah bangunan sebaiknya ditentukan juga dengan fungsi bangunan yang akan ditampung. Akan lebih baik terdapat ventilasi atau bukaan alami sebagai koneksi dari pintu masuk ke luar bangunan. selain itu dapat sebagai pergerakan udara dan cahaya yang melewati bangunan.



Gambar 2.16. Ventilasi pada lantai bawah bangunan sebagai sirkulasi udara alami

Sumber: Yeang (1994:28)

2.3.5 Metode desain bioklimatik

Menurut Yeang, dalam menerapkan metode bioklimatik harus memperhatikan aspek- aspek bioklimatik sebagai berikut:

A. Zona iklim

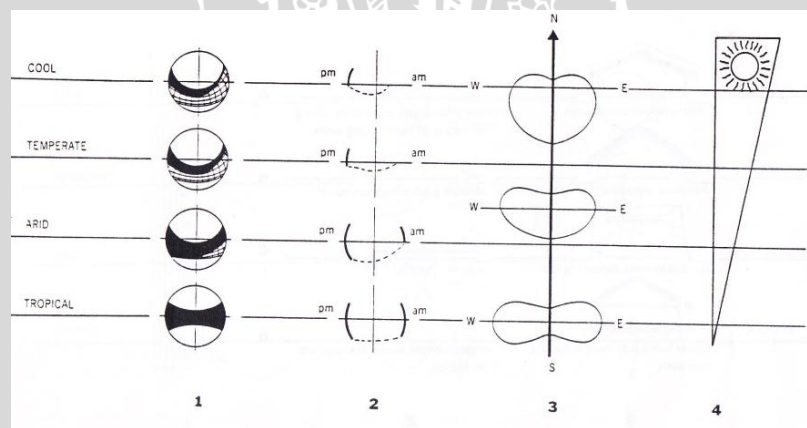
Yeang membagi 4 zona iklim antara lain tropis, dingin, kering dan sedang. Dengan pengetahuan tentang iklim diharapkan dapat menganalisis bentuk arsitektural yang sesuai dengan kondisi iklim setempat. Melalui program penelitian dan desain dapat menentukan tipe perancangan bangunan bioklimatik berdasarkan karakter iklim yang berbeda. Metode yang digunakan melibatkan analisis karakteristik zona iklim kemudian berpengaruh pada bentuk bangunan yang dilanjutkan dengan detail penelitian lain yaitu dinding luar bangunan maupun penyaring interaktif.



Gambar 2.17. Zona iklim dalam 4 musim

Sumber: Yeang, (1994:138)

B. Insulasi



Gambar 2.18. Insulasi dalam 4 musim

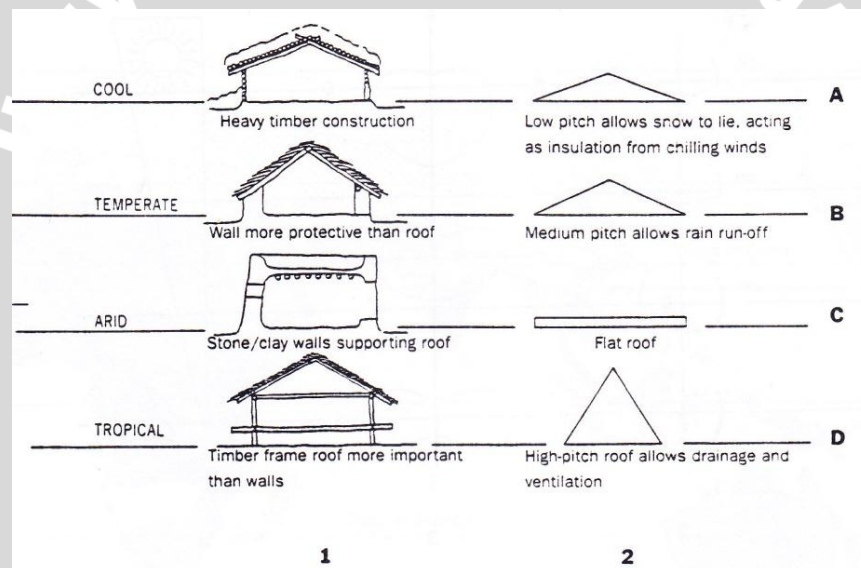
Sumber: Yeang, 1994:139

1. **Naungan terhadap garis edar matahari**, yakni analisis diagram garis edar matahari untuk tiap zona. Area yang dinaungi merupakan periode area paling panas yang dihindari. Posisi bawah lintang adalah total area panas sedangkan lintang yang lain panas hanya terjadi selama musim panas
2. **Analisis shading**, Diagram 2 menunjukkan lokasi optimum untuk penggunaan shading vertikal di saat sudut matahari jatuh di pagi dan sore hari sedangkan shading horisontal digunakan untuk menghalangi panas saat matahari berada di posisi paling tinggi. Biasanya di daerah tropis membutuhkan kombinasi shading

vertikal dan horisontal sepanjang tahun. Pada garis lintang atas, shading vertikal dan horisontal hanya digunakan selama musim panas di sisi sebelah selatan bangunan.

3. **Isolasi atau penyekatan**, melalui garis edar matahari dari arah selatan ke utara, mengubah pola 'bentuk kupu-kupu' dekat dengan garis ekuator ke pola bentuk hati di zona iklim sedang.
4. **Kondisi matahari selama musim dingin**, terdapat variasi musim yang jelas yang terlatak di dekat garis ekuator. Pemanas matahari menjadi lebih penting daripada lintang atas.

C. Tipe elemen bangunan



Gambar 2.19. Perbedaan tipe atap dalam 4 musim

Sumber: Yeang, 1994:28

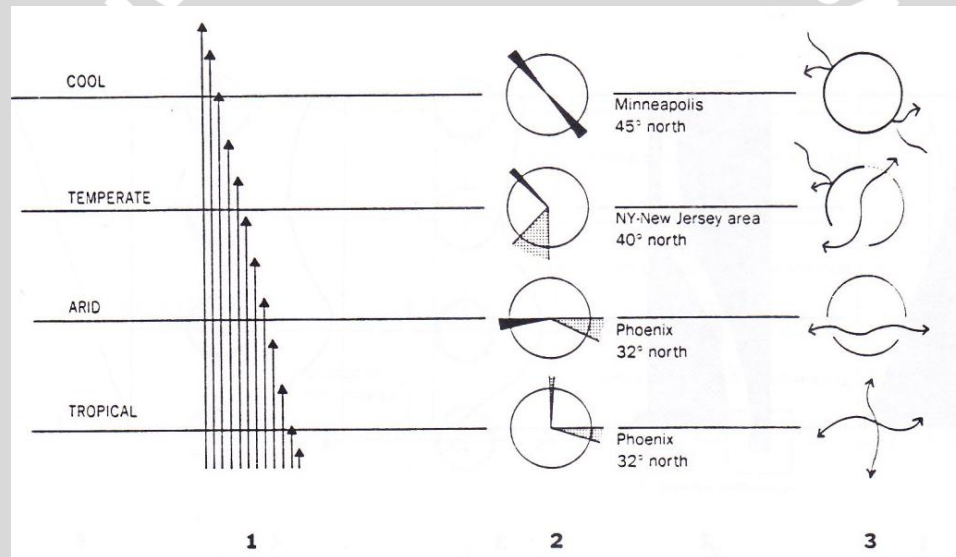
Pada gambar 1, digambarkan tipe rumah tradisional yang disesuaikan dengan analisis per zona iklim. Hubungan antara lingkungan di antara iklim, bentuk bangunan, dan material dapat dipahami lebih lanjut sedangkan pada gambar 2, menunjukkan tipe atap yang melalui analisis tipe atap pada rumah tinggal tradisional (gambar 1). Iklim dapat dipahami lebih lanjut untuk tipe bangunan tinggi maupun rendah. Berikut ini merupakan keuntungan tipe atap antara lain:

Tabel 2.2. Perbedaan Tipe Atap

A	B	C	D
Tipe atap dengan sudut $<30^\circ$	Tipe atap dengan sudut $>30^\circ$	Tipe atap datar	Tipe atap dengan sudut $<60^\circ$
Meningkatkan produksi panas	Keseimbangan sebaiknya distabilkan	Meningkatkan produksi panas	Menurunkan produksi panas
Meningkatkan penyerapan radiasi	dengan menurunkan atau mendorong produksi panas musiman, radiasi, dan efek konveksi	Menurunkan dan meningkatkan radiasi	Menurunkan radiasi
Mengurangi radiasi panas yang hilang		Menurunkan konduksi	Meningkatkan penguapan
Menurunkan konduksi dan hilangnya penguapan		Mendorong penguapan	

Sumber: Yeang (1994:140)

D. Temperatur rata-rata



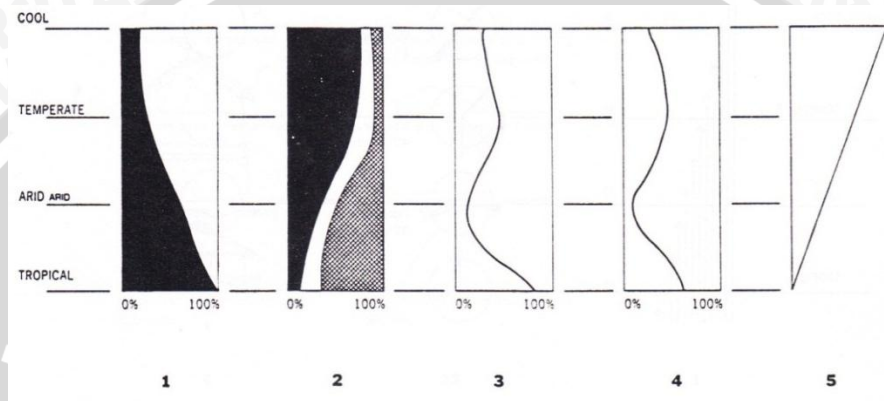
Gambar 2.20. Perbedaan temperatur dalam 4 musim

Sumber: Yeang (1994:141)

1. **Kebutuhan untuk ventilasi silang**, ventilasi silang lebih jauh dibutuhkan di daerah tropis daripada zona sedang
2. **Arah angin**, angin yang diinginkan dan angin yang tidak diinginkan di tiap zona iklim tergantung kondisi lokal. Angin di lintang bawah (iklim tropis dan iklim kering) lebih bermanfaat sedangkan pada lintang atas kebanyakan angin ada pada waktu-waktu tertentu.
3. **Analisis ventilasi silang**, strategi untuk menutup atau menyebabkan angin berhembus dalam bangunan adalah berdasarkan kondisi angin lokal. Pada

umumnya, zona tropis lebih banyak dibutuhkan ventilasi. Untuk daerah kering, ventilasi silang diperlukan, tapi dibutuhkan penyaringan terhadap angin dengan kecepatan tinggi. Pada daerah iklim sedang, ventilasi silang dan perisai angin merupakan kedua elemen yang dibutuhkan. Di daerah iklim dingin, bangunan sebaiknya dilindungi dari hawa dingin dan angin berkecepatan tinggi walaupun ventilasi silang tetap diperlukan.

E. Karakteristik iklim



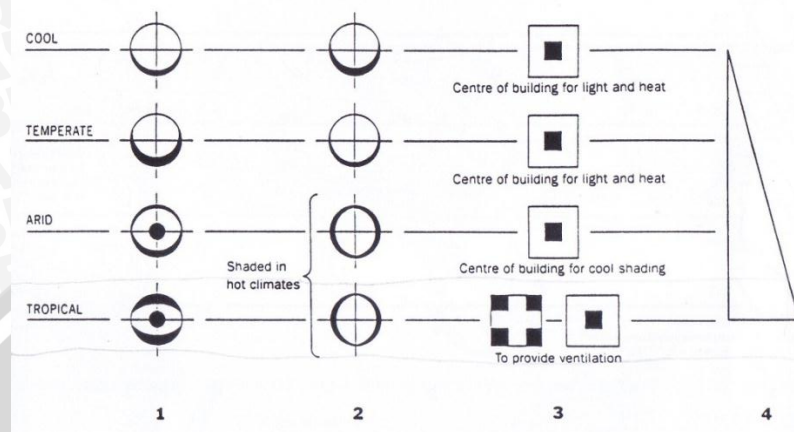
Gambar 2.21. Karakteristik iklim dalam 4 musim

Sumber: Yeang (1994:142)

1. **Penggunaan persentase Shading dan pemanas bangunan tahunan**, dimulai dari garis ekuator ke arah utara, kebutuhan pemanas semakin meningkat sesuai dengan minimnya kebutuhan shading.
2. **Kebutuhan persentase penyaringan angin**, area berwarna hitam merupakan kebutuhan penyaringan angin untuk kenyamanan setiap tahun. Area yang berarsir merupakan angin yang dibutuhkan untuk kondisi nyaman.
3. **Kelembaban relatif tahunan**, kurva menunjukkan rata-rata level kelembaban relatif tahunan di 4 zona iklim. Di zona iklim kering, level rendah kelembaban dapat bermanfaat untuk penguapan pendinginan. Di zona tropis level kelembaban tinggi dapat tidak terlalu nyaman.
4. **Tingkat rata-rata tahunan curah hujan**, kurva menunjukkan rata-rata curah hujan tahunan di 4 zona iklim. Level curah hujan dapat terlihat secara langsung dengan hubungan kelembaban
5. **Variasi musim tahunan**, jarak garis miring pada garis vertikal variasi musim tahunan di 4 zona iklim berbeda. Lintang atas, daerah dingin dan zona sedang

mempunyai variasi musim yang jelas. Garis lintang bawah mempunyai iklim konstan di tiap tahun.

F. Pengaruh bentuk bangunan



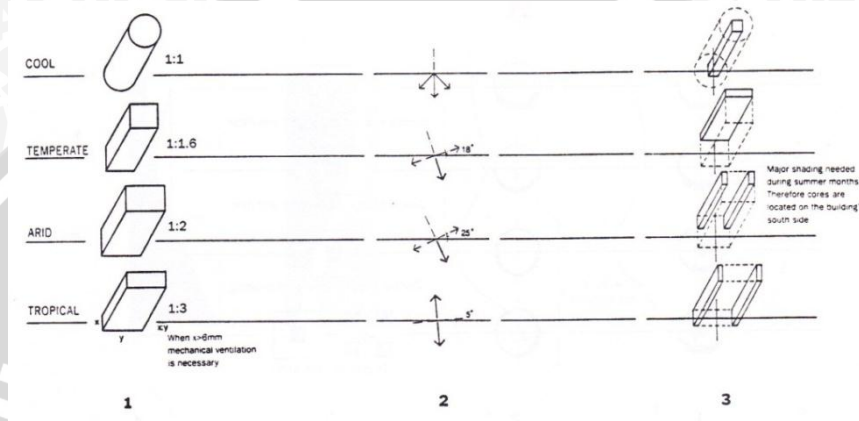
Gambar 2.22 Macam bentuk bangunan dalam 4 musim

Sumber: Yeang (1994:143)

1. **Zoning ruang transisi**, area yang berwarna hitam menunjukkan ruang yang membutuhkan lobi, tangga, ruang utilitas, area sirkulasi, balkon dan ruang lain sebagai area pergerakan. Area-area tersebut tidak membutuhkan kontrol iklim dan ventilasi alami yang cukup. Untuk daerah beriklim tropis dan iklim kering terletak di posisi utara dan sebelah selatan bangunan dimana penetrasi panas tidak begitu kuat. Atrium dapat juga digunakan sebagai ruang transisi yang dilindungi. Untuk daerah beriklim sedang dan iklim dingin, ruang transisi sebaiknya di posisi selatan untuk memaksimalkan perolehan panas.
2. **Zoning area terkena panas**, area berwarna hitam digunakan untuk pemanas. Area ini mengikuti garis edar matahari di tiap zona iklim. Di daerah tropis dan daerah kering berada pada sisi barat-timur sedangkan di daerah zona sedang dan zona dingin di daerah sebelah selatan
3. **Penggunaan ruang atrium**, diagram menunjukkan bahwa atrium sebaiknya selalu diadakan di seluruh bangunan pada 4 zona iklim yang berbeda tersebut. Di daerah tropis sebaiknya diadakan sebagai ventilasi dalam bangunan. Di daerah beriklim kering, sebaiknya iklim diletakkan di tengah bangunan untuk pendinginan dan daerah pembayangan. Sedangkan pada daerah beriklim sedang dan dingin, atrium sebaiknya diletakkan di tengah bangunan sebagai panas dan masuknya cahaya.

4. **Potensial penggunaan atap atau ruang luar**, jarak sudut dari tampilan garis vertikal menunjukkan area potensial untuk tiap zona peletakan atap dan ruang luar sebagai ruang eksterior. Di daerah tropis dan iklim kering terdapat potensial tinggi untuk penggunaan ruang eksternal sedangkan menuju lintang utara ruang eksternal harus ditutupi bila akan digunakan.

G. Rasio bangunan



Gambar 2.23. Rasio bangunan dalam 4 musim

Sumber: Yeang (1994:144)

1. **Bentuk**, pada diagram menunjukkan bentuk optimum tiap zona iklim berbeda. Penelitian menunjukkan bahwa panjang sisi bangunan yang tergambar dalam koordinat xy adalah sebagai berikut:

- Zona iklim tropis 1:3
- Zona iklim kering 1:2
- Zona iklim sedang 1:1:6
- Zona iklim dingin 1:1

Analisis rasio menunjukkan bahwa semakin bangunan memanjang semakin meminimalkan panas yang biasanya diterima oleh bagian barat dan timur. Bentuk perlahan-lahan mengubah rasio 1:1 (silinder). Dengan bentuk tersebut merupakan respon langsung terhadap berbagai sudut matahari di berbagai lintang.

2. **Orientasi**, Orientasi terbaik ialah yang berhubungan dengan garis lintang terhadap respon panas yang diterima.

Tabel 2.3. Orientasi 4 Macam Musim

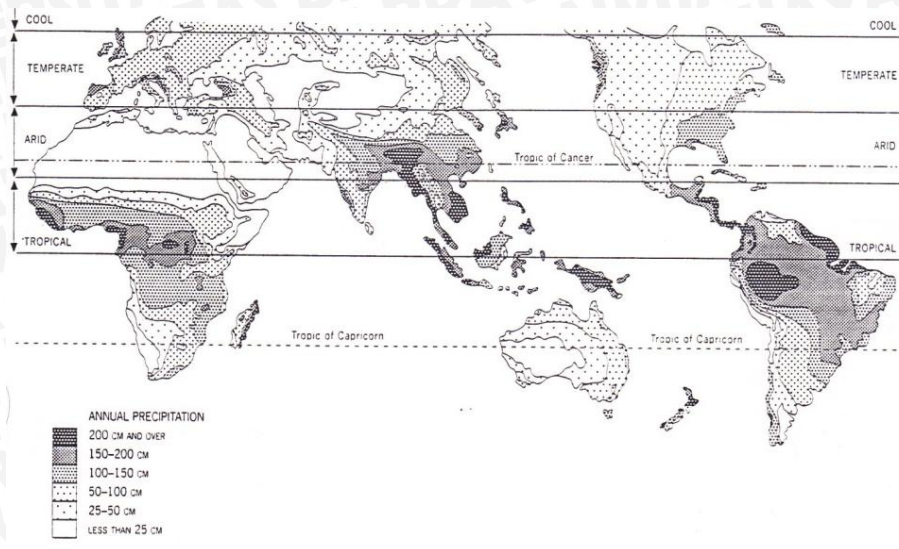
Zone	Building's main Orientation	Directional emphasis
Tropical	On an axis 5° north of east	North-south
Arid	On an axis 25° north of east	South-east
Temperate	On an axis 18° north of east	South-south-east
Cool	On an axis facing south	Facing south

Sumber: Yeang (1994:144)

3. **Struktur dan core vertikal**, Pengaturan bentuk utama merupakan faktor pada desain bangunan bioklimatik sebagai posisi untuk menaungi atau mempertahankan panas dalam bentuk bangunan. Untuk zona iklim tropis, core diletakkan di daerah timur atau barat bangunan sehingga dapat membantu naungan bangunan membentuk sudut rendah matahari selama sebagian besar hari. Untuk zona iklim kering, core diletakkan di arah barat atau timur bangunan tapi bila menggunakan shading hanya diperlukan selama musim panas. Oleh karena itu, inti terletak di sisi timur dan barat tetapi diutamakan menghadap sisi selatan. Bentuk utama pada iklim sedang adalah di sisi utara sehingga meninggalkan sisi selatan yang tersedia untuk mendapatkan panas matahari selama musim dingin sedangkan zona iklim dingin membutuhkan garis maksimum bangunan untuk membuka penetrasi panas. Oleh karena itu bentuk utama ditempatkan di tengah bangunan agar tidak memblokir sinar matahari dan untuk mempertahankan panas di dalam gedung

H. Curah hujan rata-rata

Pada zona panas, kebutuhan air merupakan masalah bagi kehidupan dan kematian. Curah hujan rata-rata di dunia secara keseluruhan adalah 8,6 cm, dibandingkan pada zona panas dan kering yang secara keseluruhan ialah 2,5 cm. Berdasarkan gambaran tersebut bahwa variabilitas yang lebih besar dari curah hujan di wilayah tersebut, disertai dengan tingkat penguapan yang tinggi.



Gambar 2.24. Curah hujan dalam 4 musim

Sumber. Yeang (1994:145)

2.3.6 Strategi desain bioklimatik Ken Yeang

Pada setiap proyek, Yeang selalu mencoba untuk menganalisis dan memetakan sebagai dampak penerapan pendekatan yang akan digunakan pada suatu tapak bangunan, antara lain sebagai berikut:

Tabel 2.4. Strategi Desain Bioklimatik Ken Yeang

Hirarki ekosistem	Kebutuhan data tapak	Strategi Desain
Ekologi sempurna	Data ekosistem lengkap	mempertahankan
	Analisis dan pemetaan	melestarikan
Ekologi belum matang	Data ekosistem lengkap	Mengembangkan hanya pada daerah yang tidak terkena dampak
	Analisis dan pemetaan	mempertahankan
		melestarikan
Ekologi yang disederhanakan	Data ekosistem lengkap	Mengembangkan hanya pada daerah yang paling berdampak
	Analisis dan pemetaan	mempertahankan
		melestarikan
		meningkatkan keanekaragaman hayati
Campuran buatan	Ekosistem parsial	Mengembangkan pada daerah dengan dampak rendah
	Analisis dan pemetaan	meningkatkan keanekaragaman hayati
Monoculture	Ekosistem parsial	Mengembangkan pada daerah dengan dampak rendah
	Analisis dan pemetaan	meningkatkan keanekaragaman hayati
		Berkembang di daerah potensi non-produktif pada daerah yang berdampak

<i>Zeroculture</i>	Pemetaan komponen ekosistem yang tersisa (misalnya hidrologi, pohon dll)	Merehabilitasi ekosistem Meningkatkan keanekaragaman hayati dan massa organik Merehabilitasi ekosistem
--------------------	--	--

Sumber: Powell (1999)

2.4 Tinjauan Objek Komparasi

Studi Komparasi seperti layaknya sudi skripsi merupakan perwujudan bangunan perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik yang telah nyata dibangun. Manfaat studi komparasi ialah untuk menjadi referensi desain untuk merancang bangunan perpustakaan dengan pendekatan serupa / bioklimatik.

2.4.1 Singapore National Library



Gambar 2.25. Singapore National Library

Sumber: [http:// architectureWeek.com](http://architectureWeek.com)

Perpustakaan Nasional Singapura merupakan proyek pertama Ken Yeang yang dibangun di luar Malaysia. Sistem bangunan disesuaikan dengan penerapan konsep bioklimatik pada bangunan tinggi. Singapura memiliki iklim tropis khatulistiwa tanpa musim yang nyata berbeda, kesamaan suhu, kelembapan tinggi, dan curah hujan yang melimpah. Suhu berkisar antara 22°C hingga 34 °C (71,6 to 93,2 °F). Rata-rata kelembapan relatif berkisar antara 90% di pagi hari dan 60% di sore hari. Pada cuaca hujan yang berkepanjangan, kelembapan relatif dapat mencapai 100%. Beberapa fitur hijau pada perpustakaan ini, antara lain:

1. Bangunan berorientasi jauh dari timur-barat matahari, dikombinasikan dengan fitur penghalang matahari pada wajah barat dari bangunan sebagai perisai tambahan terhadap keuntungan panas matahari dan silau.
2. Fitur energi efisien termasuk sensor siang hari yang digunakan bersama-sama dengan tirai otomatis pada fasad bangunan, sensor gerak dan hemat energi penerangan.

3. Suatu daerah plaza terbuka antara dua blok, yang memungkinkan ventilasi alami dan pencahayaan alami.
4. Luas lansekap, teras langit dan taman atap yang digunakan untuk menurunkan suhu lingkungan lokal.
5. Penggunaan sensor hujan sebagai bagian dari sistem irigasi otomatis untuk kebun atap. Penggunaan air keran digunakan untuk efisiensi menghemat air.

Ken Yeang membentuk bangunan dengan bentuk yang menyerupai pisang dengan pemisahan bangunan menjadi dua bagian yang terpisah. Area sebelah timur difungsikan untuk ruang pameran dan kegiatan budaya sedangkan area sebelah barat sebagai ruang untuk koleksi perpustakaan dan ruang baca. Sebuah atrium tinggi semi terbuka menjadi "jalan" serta jembatan di tingkat atas yang menghubungkan kedua bagian bangunan. Yeang juga menciptakan plaza tertutup dengan berbagai fungsi ruang publik antara lain ruang teduh untuk kafe outdoor dan segala macam acara-acara publik, seperti pameran buku dan pertunjukan tari. Desain juga memenuhi fungsi dasar dari bangunan - untuk menyediakan area belajar untuk masyarakat tersebut. Penggunaan siang hari maksimal tidak hanya menghemat energi, tetapi juga menciptakan kondisi belajar yang nyaman. Kebun atap menyediakan ruang istirahat dan pada saat yang sama ikut mengontrol suhu dan menyediakan udara segar. Strategi desain pasif lain yang cerdas adalah bahwa bangunan menggunakan air hujan untuk sistem irigasi. Sistem ini bekerja baik terutama iklim di Singapura memiliki musim hujan yang berbeda dan cukup panjang. Koleksi air hujan akan cukup untuk irigasi kebun tersebut



Gambar 2.26. Contoh ruang transisi perpustakaan nasional Singapura

Sumber: [http:// architectureWeek.com](http://architectureWeek.com)

Secara garis besar desain bioklimatik pada bangunan ini diwujudkan Yeang dalam bentuk 3 mode energi antara lain mode pasif," "mode campuran" dan "modus full". Fitur mode pasif termasuk pencahayaan alami yang optimal, orientasi matahari, *sun shading*, ventilasi alami, desain fasad responsif, dan lansekap. Kisi-kisi khas bangunan sebagai shading surya dan peran anti-silau, yang mencapai hingga 6 meter ,

dan membantu menentukan estetika tropis untuk perpustakaan. Sebagian besar wilayah kerja perpustakaan (yang mengandung triple- height kamar membaca) beroperasi dalam " modus full/ mode aktif" yakni melalui penggunaan AC dan lampu listrik sedangkan mode campuran atau penggunaan kontrol pasif beroperasi di ruang transisi seperti lobi dan foyers.



Gambar 2.27. Denah dan potongan perpustakaan Singapura

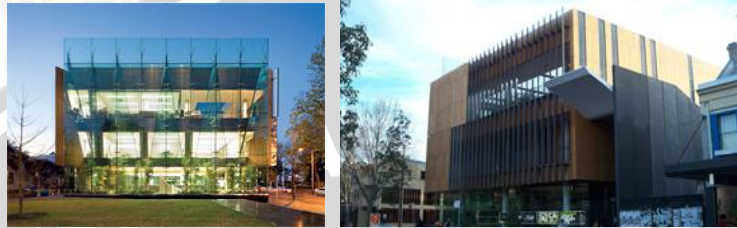
Sumber: [http:// architectureWeek.com](http://architectureWeek.com)

Melalui fitur hijau yang diterapkan pada perpustakaan nasional di Singapura menghasilkan kajian bangunan yang menunjukkan bahwa dampak lingkungan Perpustakaan nasional lebih rendah dari bangunan kantor khas dengan ukuran yang sama . Indeks efisiensi energi bangunan sekitar 172 kilowatt - jam per meter persegi per tahun (16 kWh per kaki persegi per tahun) , dibandingkan dengan indeks bangunan kantor khas di Singapura yang mengkonsumsi sekitar 250 kWh/m²/year (23 kWh/ft²/year) .

Bangunan ini mengadopsi strategi desain pasif seperti ventilasi alami, pencahayaan maksimal, orientasi khusus dari timur-barat matahari, insulasi pada fasad bangunan, penggunaan sensor hujan sebagai bagian dari sistem irigasi otomatis untuk taman atap. Lebih dari 6.300 meter persegi bangunan ini dikhususkan untuk ruang hijau dalam bentuk *skycourt* perkotaan yang merupakan lebih dari 60% dari tapak bangunan. Fasad di bagian timur laut dengan tinggi *skycourt* hampir 40 meter ditanam pohon setinggi 3 meter. *Skycourt* ini dilindungi dengan *windbreakers* yang mengurangi dampak kecepatan angin tinggi yang terjadi pada tingkat lebih dari 15 lantai dengan hembusan angin bisa mencapai lebih dari 35 meter per detik (78 kilometer per jam). Peran *windbreakers* yakni memecah angin untuk sebelum masuk pada bagian *skycourt*. Bentuk bioklimatik pada bangunan perpustakaan ini lebih mengarah pada ventilasi

yang merupakan salah satu aspek yang paling penting karena iklim di Singapura ialah tropis lembab. Perpustakaan ini dirancang untuk menciptakan efek tumpukan ventilasi.. Lantai pertama dapat berventilasi menggunakan stack untuk menghantarkan efek pendinginan di luar gedung. Efek ventilasi juga terlihat pada atrium di tengah bangunan di mana struktur ini mendorong aliran udara dari luar ke ruang interior melalui lubang.

2.4.2 Surrey Hill Library



Gambar 2.28. Surrey Hills Library

Sumber: [http:// architectureWeek.com](http://architectureWeek.com)

Surry Hills berlokasi di Sydney, Australia - Sydney memiliki iklim sedang dengan musim panas yang hangat dan musim dingin yang sejuk. Curah hujan merata sepanjang tahun, tetapi sedikit lebih tinggi pada bulan Februari-Juni dan sedikit lebih rendah pada bulan Juli-September. Sydney kadang-kadang rentan terhadap kekeringan pada musim semi dan musim panas. Pada daerah ini, kecepatan angin khas bervariasi dari 1 sampai 21 mph dengan sebagian besar angin bertiup dari selatan. Kelembaban relatif berkisar dari 40% dan sangat lembab 91% sepanjang tahun dan paling lembab sekitar Februari / paling lembab di sekitar akhir September.

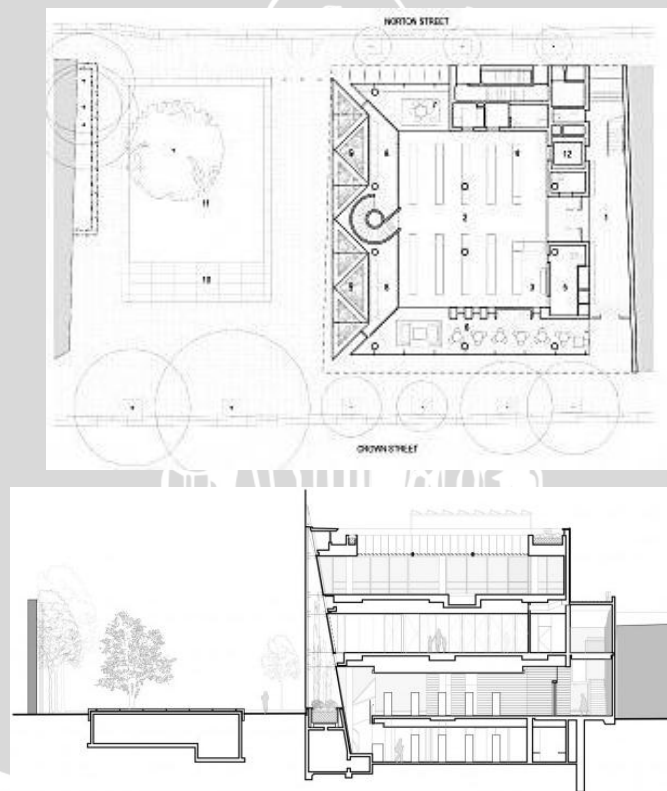
Proyek bangunan Surry Hills Library merupakan proyek bangunan 'hybrid' yang mengintegrasikan bangunan menjadi satu komunitas skala fasilitas, pusat perpustakaan umum / sumber daya, ruang komunitas fleksibel dan spesialis dan anak. Desain ini bertujuan untuk membuat fasilitas masyarakat terbuka dan mengundang koneksi yang kuat antar masyarakat, serta menciptakan ekspresi nilai-nilai masyarakat ekuitas, transparansi dan keberlanjutan.



Gambar 2.29. Interior Surrey Hills Library

Sumber: <http:// architectureWeek.com>

Bagian timur bangunan dipasang fasad kaca tanpa bingkai di lantai dasar. Fasad kaca ini meluas sampai ke lantai kedua dan ketiga dengan dilengkapi kayu-veneer dilapisi kisi-kisi vertikal yang bergeser untuk memberikan kontrol surya dan silau, asupan udara yang terletak di atap bangunan dimana udara ditarik masuk melalui bagian atas kaca atrium berdinding dengan tanaman pasif filter. Kemudian udara melalui "labirin termal", yang mendinginkan udara - dan kemudian lagi melewati atrium tanaman untuk mendinginkan bagian ruang lain, atrium di satu sisi bangunan yang tidak hanya membantu pendinginan pasif tapi penyangga luar, Salah satu sisi bangunan dilengkapi dengan sistem louvered otomatis yang melacak matahari untuk meminimalkan silau dan cahaya yang kuat dalam ruang perpustakaan . Atap memiliki sistem fotovoltaik yang menghasilkan daya yang cukup untuk penerangan dan sistem di dalam gedung, sementara sisa ruang tertutup tertutup rumput alami yang membentuk atap hijau .



Gambar 2.30. Denah dan potongan Surrey Hills Library

Sumber: [http:// architectureWeek.com](http://architectureWeek.com)

Proyek yang memanfaatkan sejumlah elemen ini tidak hanya memanfaatkan sistem alami tetapi langsung memanfaatkan mereka untuk meningkatkan lingkungan internal dan eksternal dan fisiologi penghuni. Pendekatan desain yang dihasilkan mengacu pada sejumlah konsep desain yang berkelanjutan:

1. “Cradle to cradle.” Konsep William McDonough yang mengambil alam itu sendiri sebagai model untuk membuat hal-hal menjadi lingkungan “baik”
2. “Biomimikri.” Bangunan dan sistem yang meniru alam untuk menyediakan lingkungan yang sesuai atau struktur secara berkelanjutan
3. “Pengembangan Positif.” Seperti yang dibahas oleh Janis Birkeland dalam bukunya Pengembangan positif: membuat desain berbudi luhur melalui desain lingkungan binaan.

Tabel 2.5. Pemilihan Parameter Bioklimatik Bangunan Perpustakaan

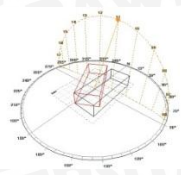
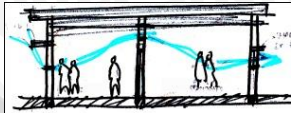
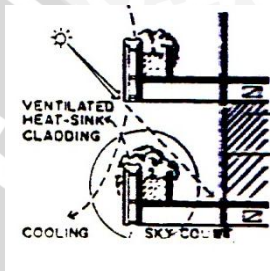
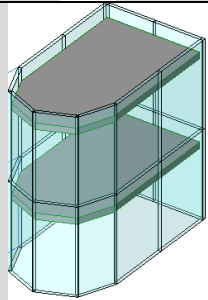
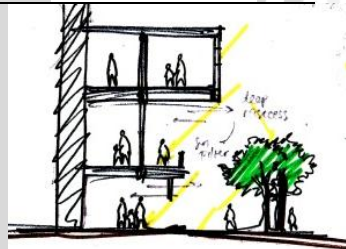
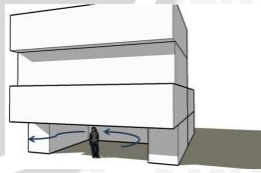
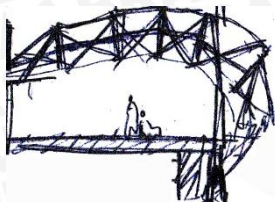
NO	Studi Komparasi Perpustakaan Bioklimatik	Parameter Bioklimatik							Efek bangunan				
		core	orientasi	Bukaan jendela	balkon	Landscaping	Desain dinding	transisi	Pembayang pasif	Open plan	pencahayaannya	penghawaan	kebisingan
1	Singapore National Library	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	Surry Hills Library		*	*		*	*	*	*		*	*	*
	Kajian yang dilakukan		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*

Melalui tabel 2.5 dapat disimpulkan bahwa kedua bangunan memiliki perbedaan bentuk yang disesuaikan dengan iklim setempat. Kedua perpustakaan memiliki keberhasilan efek bangunan terhadap pencahayaan dan penghawaan sebagai fokus utama penerapan bioklimatik sedangkan aspek psikologi muncul seiring dengan penyisipan elemen-elemen bioklimatik tertentu seperti *vertical landscaping*. Jika ditinjau dari parameter bioklimatik, pendekatan balkon pada perpustakaan tidak ditemui pada rancangan bangunan perpustakaan. Berdasarkan penjelasan kedua komparasi bangunan tersebut dapat ditentukan parameter bangunan perpustakaan yang akan digunakan pada rancangan sesuai kondisi lingkungan tapak Kedung Kandang Kota Malang.

2.5 Strategi Parameter Bioklimatik Bangunan Perpustakaan

Strategi parameter bioklimatik digunakan sebagai gambaran awal yang akan digunakan sebagai desain perpustakaan dengan tema bioklimatik yang mengacu terhadap bangunan komparasi yaitu Singapore National Library dan Surrey Hills Library.

Tabel 2.6. Visualisasi Strategi Parameter Bioklimatik pada Perpustakaan

PARAMETER	INDIKATOR	STRATEGI DESAIN UMUM	STRATEGI DESAIN PERPUSTAKAAN	VISUAL
Orientasi	<ul style="list-style-type: none"> Mengurangi radiasi matahari Optimalisasi aliran udara Konservasi energi 	<ul style="list-style-type: none"> Hadap bangunan ke arah utara-selatan 	Posisi diagonal terhadap garis edar matahari	
Bukaan Jendela	<ul style="list-style-type: none"> Kenyamanan termal (penghawaan) View bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> Diorientasikan terhadap arah utara maupun selatan 	menggunakan shading sesuai arah penempatan tapi tetap mengupayakan adanya <i>cross ventilation</i>	
<i>Vertical landscape</i>	<ul style="list-style-type: none"> Pendinginan pasif bangunan Estetika Membantu view dan psikologi pengguna Ekologi bangunan 	<ul style="list-style-type: none"> Tipe penanaman: juxtaposition/integration/intermixing 	Menempatkan <i>skycourts</i> dengan tipe tanam intermixing dan pada fasad dengan tipe tanam juxtaposition yang kemudian kesatuan lansekap tersebut menjadi integrasi sebagai selubung bangunan	
Desain dinding	<ul style="list-style-type: none"> Insulasi panas Penyaring udara maupun bising Ventilasi silang Pelindung hujan 	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan solar shading/sun shading/curtain wall 	Penggabungan <i>curtain wall</i> dan shading pada dinding luar, interior penyimpanan ruang koleksi dengan <i>secondary facade</i>	
Pembayang pasif	<ul style="list-style-type: none"> Membayangi sisi yang terkena panas Jalur evakuasi Teras besar sebagai area penanaman Area fasilitas 	<ul style="list-style-type: none"> Penempatan <i>small skycourts</i> 	Massa yang dibuat maju-mundur untuk memberi pembayangan	
<i>Open plan</i>	<ul style="list-style-type: none"> Respon aktivitas komersial Mengarahkan pendinginan pasif bawah bangunan Pencahayaan alami 	<ul style="list-style-type: none"> Didominasi dengan ruang terbuka Struktur panggung 	Pemecahan 2 massa dasar bangunan untuk memberi arah aliran angin	
Transisi	<ul style="list-style-type: none"> Ruang udara Pencahayaan alami 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Wind scoops</i> Atrium yang tidak sepenuhnya tertutup (dikombinasikan dengan kisi-kisi) 	<i>Wind scoop</i> yang diposisikan pada atap bangun untuk mengarahkan angin dan tetap mendapat cahaya alami, peninggian atap	

RUMUSAN MASALAH
Bagaimana merancang bangunan perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik di Kota Malang?

TINJAUAN TEORI

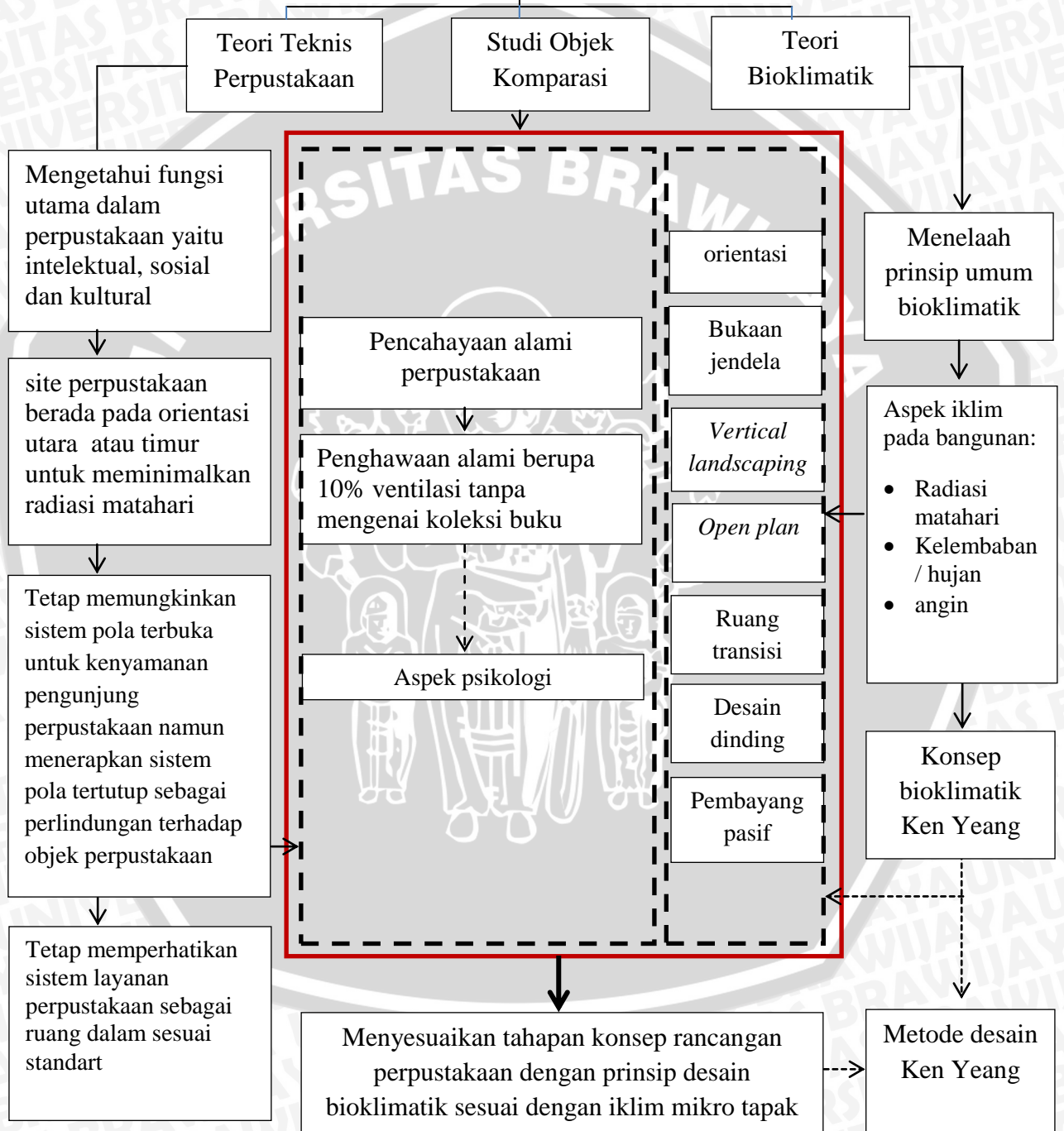


Diagram 2.2. Sistematika kerangka teori

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Proses Berfikir

Proses berfikir mendeskripsikan alur pemikiran perancang mulai dari latar belakang pengambilan masalah hingga proses analisis dan kesimpulan yang menghasilkan desain. Secara umum pada tema ini terbagi atas beberapa tahap antara lain tahap pengumpulan data, analisis dan sintesis serta tahap perancangan. Pada tiap-tiap tahap tersebut nantinya akan menggunakan metode pengerjaan yang sesuai. Tahap pertama merupakan pengumpulan data yang dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif yaitu memaparkan pengamatan pengamat secara obyektif terkait permasalahan dan fenomena yang diangkat, mengidentifikasi kondisi lingkungan (tapak), teori dan standart yang diperlukan untuk perancangan. Pada deskripsi awal terdapat penjelasan mengenai permasalahan iklim yang sering terjadi di kota-kota besar dikarenakan jumlah penduduk yang banyak dan minimnya ruang terbuka hijau. Data yang didapatkan berupa berita-berita maupun isu terjadinya ketidakseimbangan iklim khususnya di Kota Malang. Data lainnya berupa rencana pembangunan di daerah Kecamatan Kedung Kandang salah satunya ialah bangunan perpustakaan yang merupakan rencana perkembangan pembangunan di Kota Malang sehingga dibutuhkan suatu pembangunan bangunan baru yang sesuai dengan iklim Kota Malang. Oleh karena itu muncul ide/gagasan penyelesaian masalah dengan merancang bangunan perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik.

Tahapan analisis dan sintesis meliputi analisis tapak, analisis ruang, analisis bangunan dan analisis bioklimatik yang dihasilkan dari pemilihan teori Ken Yeang. Pendekatan bioklimatik dapat dilakukan dengan pengukuran kuantitatif maupun kualitatif terkait dengan konteks atau karakteristik tapak yang dihasilkan dari pendekatan rasionalistik. Metode yang digunakan ialah metode programatik yang merupakan analisis pemrograman untuk mendapatkan hasil sistematis, rasional dan analitis yang berupa analisis kualitatif dan kuantitatif standart perencanaan ruang.

Tahap perancangan dimulai dengan konsep desain diaplikasikan dengan metode *pragmatic* terhadap pendekatan bioklimatik Ken Yeang sebagai parameter yang telah ditetapkan. Tahap perancangan dibagi menjadi 2 antara lain pra rancangan (transformasi

konsep desain) dan pengembangan rancangan (hasil desain). Setelah melakukan tahap perancangan sampai keluar hasil desain dilanjutkan dengan metode evaluatif untuk mengukur keberhasilan perancangan terkait parameter yang telah ditentukan. Metode evaluatif untuk menilai apakah sistem yang diterapkan telah mampu menjawab permasalahan yang dirumuskan sebelumnya atau sejauh mana pencapaian desain telah dilakukan

3.2 Tahap Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap yang digunakan untuk mendapat gambaran tentang karakteristik eksisting tapak serta potensi tapak yang dapat dikembangkan sebagai tinjauan faktor-faktor dan parameter yang perlu dipertimbangkan untuk perancangan objek. Metode pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian yang digunakan untuk perancangan. Kegiatan pengumpulan data terbagi menjadi 2 macam yaitu data primer dan data sekunder.

3.2.1 Data primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh dari pengamatan langsung terkait fenomena dan fakta yang diperlukan, pengumpulan data primer akan dilakukan sebagai berikut:

1. Survey lapangan merupakan pengamatan langsung fakta-fakta yang ada di lapangan yaitu kondisi tapak terpilih yang akan diolah. Penggambaran kondisi tersebut dapat berupa dokumentasi foto sebagai perealisasi kondisi tapak serta sketsa untuk merekam detail potensi tapak yang akan dimanfaatkan sebagai perancangan.
2. Wawancara ialah wawancara dengan menggunakan daftar pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya. Nantinya wawancara dilakukan untuk mendapat data yang valid dari sumber terkait. Data tentang rencana pembangunan perpustakaan di Kota Malang akan dilakukan pada Dinas Pembangunan Kota Malang sedangkan data tentang fungsi perpustakaan akan dilakukan pada pengelola bangunan sejenis sebagai acuan perancangan.

3.2.2 Data sekunder

Data Sekunder yaitu data yang didapatkan dari referensi tertulis. Untuk data sekunder akan dibagi menjadi 3 langkah, antara lain:

1. Literatur atau pustaka dapat diperoleh dari teori, pendapat para ahli, peraturan pemerintah, jurnal atau artikel ilmiah. Pustaka berguna untuk memperdalam analisis dan sintesis sebagai salah satu pengembangan ide terkait permasalahan yang diangkat. Literatur berupa standart dapat dipakai sebagai acuan perhitungan, tata ruang serta kondisi perpustakaan.
2. Komparasi dapat diperoleh dari media internet, buku maupun tinjauan langsung. Pemilihan objek komparasi yang akan dilakukan ialah objek dengan fungsi yang sama dengan iklim yang tidak jauh berbeda sehingga memperkuat gagasan desain serta menjelaskan bagaimana rancangan bangunan yang akan diajukan dapat menyikapi permasalahan iklim di sekitar lingkungan tersebut. Komparasi perpustakaan dengan pendekatan bioklimatik yang akan menjadi acuan utama ialah Singapore National Library rancangan Ken Yeang dan Surrey Hills Library yang merupakan perpustakaan bioklimatik di Sydney.
3. Tinjauan institusional merupakan tinjauan rencana pemerintah terkait dengan pembangunan yang akan dilakukan di Kota Malang. Tinjauan ini mengklasifikasikan beberapa karakteristik kota antara lain potensi lingkungan, iklim dan topografi, data penduduk, dan batas wilayah. Untuk pemilihan fungsi perpustakaan di Kota Malang akan disesuaikan dengan tinjauan RPJMD (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah) tahun 2014.

3.3 Tahap Analisis

Tahapan analisis data merupakan tahap kompilasi data untuk diterjemahkan dalam gambaran arsitektural. Secara umum, analisis terbagi menjadi analisis ruang, analisis tapak, analisis bangunan dan analisis bioklimatik.

3.3.1 Analisis ruang

Analisis ruang merupakan suatu tahap analisis awal yang menjabarkan kebutuhan ruang yang akan diwadahi pada bangunan perpustakaan. Analisis ruang terbagi menjadi analisis fungsi, analisis pelaku dan aktivitas, analisis kuantitatif atau perhitungan ruang dan analisis kualitatif atau persyaratan ruang

Pada tahap analisis fungsi dilakukan pemetaan fungsi bangunan secara garis besar meliputi fungsi pimer, sekunder dan tersier. Tahap analisis pelaku dan aktivitas dilakukan berdasarkan macam pelaku pada bangunan perpustakaan yang kemudian dijelaskan aktivitasnya. Analisis kuantitatif dilakukan untuk mengakomodasi kebutuhan aktivitas pengguna dengan ruang-ruang yang diperlukan untuk mewadahnya dimana

perhitungan dimensi ruang berdasarkan standart-standart ruang sedangkan analisa kualitatif berisi tentang kebutuhan aspek pencahayaan, penghawaan, akustik, view dan kemudahan akses. Secara umum metode yang dilakukan pada analisis ini ialah metode programatik dengan teknik penyajian informasi berupa tabel dan diagram.

3.3.2 Analisis tapak

Analisis tapak merupakan analisis awal kondisi tapak yang menjadi acuan untuk perletakan posisi massa. Teknik penyajian informasi dalam bentuk foto dan tabel. Beberapa aspek dalam analisis tapak antara lain

1. Analisis sirkulasi dan aksesibilitas yang dilakukan untuk mengetahui kemudahan pengunjung untuk mencapai tapak perpustakaan yang dibedakan lagi menjadi 2 antara lain sirkulasi untuk kendaraan dan sirkulasi pejalan kaki
2. Analisis iklim yang dilakukan untuk mengetahui faktor alam sebagai penentuan perancangan elemen bangunan dengan unsur alam atau iklim yang dipikirkan untuk rancangan ialah radiasi matahari, angin (mempengaruhi suhu) dan curah hujan (mempengaruhi kelembaban)
3. Analisis view yang meliputi view ke luar dan ke dalam tapak yang mana hasil analisis dapat menentukan macam orientasi baik massa maupun orientasi ruang dalam perpustakaan.
4. Analisis lingkungan terbagi menjadi 3 aspek yaitu analisis topografi, analisis vegetasi dan analisis kebisingan
 - a. Analisis topografi atau analisis mengetahui jenis tanah dalam tapak yang dapat menjadi pemikiran penggunaan struktur bawah bangunan
 - b. Analisis vegetasi atau analisis jenis tanaman yang berguna untuk mengetahui pemilihan macam vegetasi yang dapat diterapkan dalam rancang lansekap
 - c. Analisis drainase untuk mengetahui aliran riol kota yang mana nantinya dalam drainase gedung perpustakaan ini pun akan mengikuti aliran drainase eksisting sekitar tapak
 - d. Analisis listrik komunikasi yang berkaitan dalam perhubungannya dengan posisi menara-menara sinyal atau komunikasi yang dapat menghasilkan suatu pemikiran letak area yang membutuhkan kemudahan jangkauan sinyal-sinyal tersebut

5. Analisis sirkulasi tapak merupakan analisis yang menggambarkan sirkulasi ke dalam tapak yang dipengaruhi oleh sirkulasi luar tapak sebagai area masuk dan keluarnya bangunan.
6. Analisis zoning tapak merupakan analisis peletakan zona privat, publik, semi publik dan servis pada tapak. Zona ini berdasarkan dengan pemilihan arah hadap tapak dan kemudahan pengunjung dalam menjangkau zona-zona tersebut.

3.3.3 Analisis bangunan

Analisis bangunan terdiri dari analisis tampilan bangunan yang meliputi bentuk bangunan, warna bangunan, pemilihan material, selubung ganda eksterior, dan elemen pelindung matahari., analisis sistem struktur dan utilitas. Analisis tampilan dilakukan mulai dari pencarian bentuk dasar bangunan yang sesuai dengan standart bioklimatik dan standart perpustakaan yang kemudian dilanjutkan dengan analisis warna yang berpengaruh terhadap insulasi dinding bangunan. Untuk analisis material, selubung ganda eksterior dan pelindung matahari digunakan sebagai elemen yang memperkuat rancangan fasad bangunan. Analisis struktur merupakan pemilihan konstruksi yang digunakan unuk bangunan sedangkan sistem utilitas berkaitan dengan sistem penyediaan air bersih, pembuangan air kotor dan sistem sirkulasi. Teknik penyajian informasi bangunan dapat berupa tabel, foto dan deskripsi.

3.3.4 Analisis bioklimatik

Dalam analisis bioklimatik ialah menjabarkan parameter bioklimatik yang dalam tema ini akan menetapkan 7 prinsip desain Ken Yeang, antara lain, orientasi bangunan, bukaan jendela, ruang transisi, desain dinding, lansekap, sistem pembayang pasif dan adanya ventilasi alami bawah bangunan/*open plan*.

Melalui pemaparan keempat jenis analisis tersebut maka dapat dirangkum suatu tabulasi kebutuhan yang akan dipikirkan dalam tiap-tiap analisis tersebut seperti yang akan digambarkan pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1. Kebutuhan Analisis

No	Analisis Ruang	Analisis Tapak	Analisis Bangunan	Analisis Bioklimatik
1	Fungsi	Dimensi tapak	Bentuk dasar	Orientasi
2	Pelaku dan aktivitas	Aksesibilitas dan sirkulasi	Warna bangunan	Bukaan jendela
3	Syarat ruang	Cahaya matahari	Pemilihan material	Open plan
4	Luasan ruang	Angin	Selubung ganda	Bukaan jendela

5	Organisasi ruang	Curah hujan	Elemen pelindung matahari	Pembayang pasif
6		View	Sistem struktur	Transisi
7		Topografi	Sistem utilitas	lansekap
8		Vegetasi		
9		Komunikasi		
10		Drainase		
11		Sirkulasi tapak		
12		Zoning tapak		

3.4 Tahap Sintesis

Sintesis dihasilkan dari penyikapan permasalahan yang diperoleh dari hasil analisis. Secara umum tahap sintesis menggunakan metode programatik untuk menghasilkan konsep yang digunakan sebagai acuan perancangan, dimana macam-macam konsep tersebut meliputi:

1. Konsep ruang meliputi konsep fungsi, konsep pelaku dan aktivitas, konsep besaran ruang, konsep persyaratan ruang dan organisasi ruang
2. Konsep tapak terkait dengan konsep penataan ruang luar dan tata massa
3. Konsep bangunan terkait dengan tampilan bangunan yang terdiri dari bentuk dan warna bangunan, pemilihan material, selubung eksterior dan elemen pelindung matahari.
4. Konsep bioklimatik berupa penjabaran konsep yang terkait dengan parameter bioklimatik dimana parameter-parameter seperti orientasi, bukaan jendela, pembayang pasif, *open plan*, ruang transisi, lansekap dan desain dinding telah memikirkan konsep tapak, ruang dan bangunan. Hal ini untuk menghasilkan konsep yang khas terhadap desain bangunan khususnya bangunan perpustakaan

Tabel 3.2. Hubungan Antar Konsep untuk Menghasilkan Konsep Perpustakaan Khusus Bioklimatik

Parameter	Ruang	Tapak	Bangunan
orientasi	Syarat ruang	view	Sistem transportasi bangunan
	Organisasi ruang	Dimensi tapak	
	fungsi	aksesibilitas	
Bukaan jendela	Syarat ruang	Jaringan komunikasi	Bentuk dasar bangunan
		Angin (iklim)	
Open plan	Syarat ruang	topografi	struktur
Desain dinding	fungsi	Curah hujan (iklim)	Warna dasar
		Cahaya matahari (iklim)	
Lansekap	Syarat ruang		Bentuk dasar
		Sirkulasi dalam tapak	Sistem utilitas
		angin	Drainase
		Vegetasi tapak	

Pembayang pasif	Syarat ruang	Cahaya matahari (iklim)	Bentuk dasar bangunan
transisi	Syarat ruang Pelaku dan aktivitas Organisasi ruang	Angin (iklim)	struktur

Teknik penyajian informasi konsep-konsep tersebut nantinya akan diterjemahkan dan ditransformasikan ke dalam bentuk sketsa maupun 3D atau ide yang bersifat parsial (tahap sebelum mencapai pra-rancangan dimana konsep rancangan telah terintegrasi dalam satu bangunan).

3.5 Tahap Perancangan

3.5.1 Tahap pra rancangan

Tahap pra rancangan merupakan perwujudan konsep ruang, konsep tapak, konsep bangunan dan konsep bioklimatik yang digabungkan dalam suatu tahapan transformasi konsep. Teknik penyajian berupa 3D model dengan menggunakan software skethcup. Metode yang akan dilakukan ialah metode *pragmatic* yakni suatu metode praktis yang dilakukan dengan cara mencoba-coba dimana pengambilan keputusan didasari dengan kriteria maupun parameter yang telah ditetapkan.

3.5.2 Tahap pengembangan rancangan

Tahap penerapan hasil pra rancangan yakni perwujudan konsep ruang, konsep tapak, konsep bangunan dan konsep bioklimatik menjadi produk gambar desain yaitu siteplan, layoutplan, denah, tampak, potongan, perspektif eksterior dan perspektif interior. Teknik penyajian informasi menggunakan aplikasi *software skethcup*, *autocad* dan teknik *rendering* gambar.

3.5.3 Tahap pembahasan hasil rancangan

Tahap pembahasan hasil rancangan berupa pemaparan mengenai hasil rancangan yang telah dilakukan. Pembahasan hasil rancangan dilakukan dengan cara menjabarkan keseluruhan konsep yang telah diaplikasikan pada gambar rancangan. Pada tahap ini dilakukan simulasi dengan menggunakan *software ecotect* dengan metode evaluatif. Pembahasan akhir dilakukan dengan suatu monitoring evaluasi yang dilakukan setelah hasil rancangan dibuat berupa pengecekan penerapan parameter yang telah diaplikasikan dalam gambar rancangan bangunan dengan ikut mempertimbangkan hasil uji simulasi.

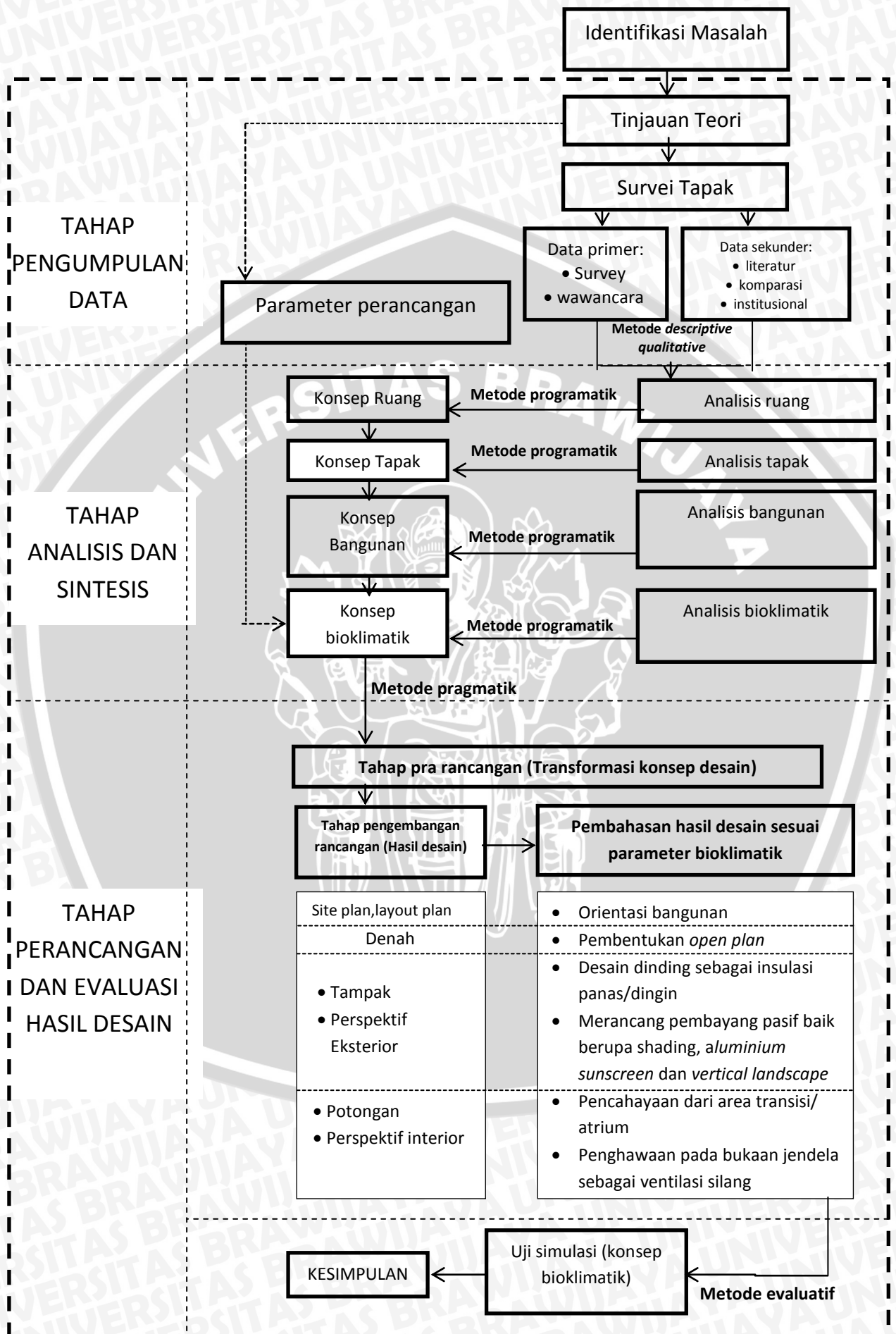


Diagram 3.1 Kerangka metode perancangan