BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Tinjauan Teori Gereja Katolik

2.1.1 Definisi Gereja Katolik

Secara terminologi dalam bahasa Yunani, kata *gereja* berasal dari "ekklesia" yang berarti "jemaat yang dipanggil keluar". Dalam pengertian religius Katolik, gereja bukan hanya bangunan fisik tetapi suatu komunitas iman yang dipanggil untuk bersekutu dengan Allah dan satu sama lain, serta mewartakan Injil. Gereja Katolik secara institusional juga sering diartikan sebagai "Tubuh Kristus" di mana semua umat percaya membentuk suatu kesatuan (Kompendium, 2005). Dalam perspektif arsitektural dan simbolik, ruang gereja Katolik harus mengandung nilai sakralitas, di mana bentuk ruang dan konfigurasi arsitektural merespons fungsi liturgi dan simbol-simbol iman (Trisno & Lianto, 2020)

2.1.2 Tujuan dan Fungsi Gereja Katolik

Gereja Katolik memiliki beberapa tujuan dan fungsi yang berlapis (Kompendium,2004):

1. **Tujuan ritual dan spiritual**: Gereja adalah tempat utama penyelenggaraan sakramen, terutama Ekaristi, serta liturgi harian dan ibadah komunitas. Fungsi ini menjadikan gereja sebagai pusat hubungan manusia dengan Allah.
2. **Fungsi komunitas dan sosial**: Gereja juga berfungsi sebagai ruang persekutuan umat — tempat komunitas berinteraksi, melakukan kegiatan paroki, pendidikan agama, pelayanan sosial, dan kegiatan pastoral.

3. **Fungsi simbolik dan sakralitas ruang**: Bangunan gereja Katolik juga sebagai simbol kehadiran ilahi dan lambang iman umat. Dengan demikian arsitektur gereja harus memunculkan kesan “ruang suci” (sacred space) melalui tata ruang, orientasi, simbol, dan hierarki ruang.
4. **Fungsi pendidikan dan sakramental**: Gereja sebagai institusi juga memiliki tanggung jawab dalam pengajaran iman (katekisme) dan pembinaan umat dalam kehidupan kristiani.

2.1.3 Macam Gereja Katolik

Dalam Gereja Katolik terdapat beberapa klasifikasi atau jenis gereja, di antaranya (Paulus II, 1992):

- **Gereja Paroki / Paroki Katolik**: gereja katolik lokal yang melayani wilayah tertentu di bawah seorang pastor.
- **Gereja Katedral**: gereja yang menjadi pusat keuskupan (kursi uskup).
- **Gereja Kapel / Gereja kecil**: gereja yang lebih kecil, misalnya di sekolah, rumah retret, atau komunitas; tidak selalu memiliki semua fasilitas sakramental lengkap.
- **Gereja Ritus Katolik Timur**: meskipun secara institusional Katolik, mereka menggunakan ritus liturgi Timur (misalnya Gereja Katolik Siruk, Maronit), dengan bentuk dan tata ruang yang bisa berbeda.

Jenis gereja ini mungkin berbeda skala, fungsi, dan orientasi liturgis, tetapi tetap dalam satu kesatuan iman Katolik.



Gambar 2. 1 Macam-macam gereja katolik, Gereja Katedral (kiri), Gereja Paroki (tengah), Kapel (kanan)
Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Gereja_Katolik_di_Indonesia

2.1.4 Prinsip Gereja Katolik

Beberapa prinsip mendasar yang harus dipenuhi dalam desain gereja Katolik adalah (Lianto, 2025):

1. **Kesucian (sacredness)**: ruang gereja harus memunculkan nuansa sakral, sebagai tempat perjumpaan antara manusia dan Allah. **sacred space** dibedakan menjadi dua: ruang alam suci (sacred nature) dan ruang buatan (sacred architecture).
2. **Hierarki ruang (hierarchical spatial order)**: biasanya ruang gereja dibagi area-area memiliki tingkat kesakralan berbeda (narthex, nave, sanctuary). tata ruang serta orientasi harus mencerminkan hierarki ini.
3. **Simbolisme liturgis**: elemen-elemen arsitektural (altar, tabernakel, salib, arah orientasi, proporsi ruang) harus menyimbolkan aspek teologis liturgi.
4. **Keterbukaan terhadap umat**: setelah Konsili Vatikan II, penekanan gereja tidak hanya sebagai tempat imam saja, tetapi melibatkan umat, sehingga desain ruang harus mendukung partisipasi umat.

5. **Kontekstualitas dan adaptasi iklim**: prinsip arsitektur lokal (iklim, budaya, material lokal) harus diintegrasikan agar gereja lebih relevan dan berkelanjutan dalam konteks lokal.

2.1.5 Kriteria Kebutuhan Ruang Gereja Katolik

Kebutuhan ruang dalam gereja Katolik bersifat multifungsi dan harus dirumuskan berdasarkan liturgi dan kegiatan pastoral. Berdasarkan kajian pola ruang dan liturgi, kegiatan liturgi Katolik dapat dibagi dalam lima tahapan: Persiapan, Ritus Pembukaan, Liturgi Sabda, Liturgi Ekaristi, dan Ritus Penutup yang masing-masing memerlukan ruang dengan karakter berbeda (Daeli, 2023). Adapun kriteria ruang yang harus dipertimbangkan meliputi:

- **Ruang inti / nave**: area tempat umat berkumpul menghadiri misa, harus memiliki jarak pandang yang baik ke altar dan keterjangkauan visual ke ruang liturgi.
- **Sanctuary / area altar**: ruang sakral dengan altar, tabernakel, kursi imam, ambo, harus memenuhi tata letak yang teologis dan fungsional.
- **Ruang sakristi**: ruang persiapan liturgi (almari liturgi, persiapan pakaian imam, peralatan).
- **Narthex / foyer**: ruang penyambutan, transisi dari dunia luar ke ruang suci.
- **Ruang pendukung**: ruang liturgi tambahan seperti baptisterium, ruang devosi, ruang kateketik, ruang pelayanan komunitas, ruang musik/paduan suara.
- **Sirkulasi dan aksesibilitas**: koridor, tangga, pintu keluar darurat, akses bagi disabilitas.

- **Aspek kenyamanan lingkungan**: ventilasi, pencahayaan alam, akustik, kelembapan, dan kenyamanan termal agar ibadah dapat berlangsung kondusif.

dimensi dan posisi perabot liturgi (altar, kredens, kursi imam, mimbar) harus memenuhi standar minimal agar fungsi liturgi tidak terganggu (Veronica, 2008).

2.1.6 Macam Jenis Kegiatan Dalam Gereja Katolik

Kegiatan di dalam lingkungan gereja Katolik tidak hanya terbatas pada liturgi misa, tetapi mencakup (Daeli, 2023):

- Perayaan Misa / Liturgi Ekaristi
- Liturgi Sabda / pembacaan Kitab Suci, homili
- Ritus Sakramen lain: baptis, pengakuan dosa, perkawinan, pengurapan orang sakit, krisma
- Doa, devosi, adorasi Ekaristi
- Katekese dan pendidikan agama
- Kegiatan komunitas / pertemuan paroki
- Musik liturgis / paduan suara
- Ritus khusus liturgi musiman (Minggu Palma, Kamis Putih, Paskah, Natal, dll.)

Kajian pola ruang terhadap liturgi menegaskan bahwa setiap tahapan liturgi memiliki kebutuhan ruang tersendiri yang harus dipenuhi dalam desain (Daeli, 2023).



Gambar 2. 2 Contoh Kegiatan Misa di Gereja Katolik

Sumber: https://kaltim.tribunnews.com/2021/12/24/pelaksanaan-misa-di-gereja-katolik-santa-theresia-balikpapan

2.1.7 Pelaku Kegiatan Dalam Gereja Katolik

Pelaku dalam aktivitas gereja Katolik dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Kompendium,2004):

1. **Imam / Pastor**: sebagai pemimpin liturgi, imam memimpin perayaan Misa dan sakramen.
2. **Umat / Jemaat**: mereka yang ikut beribadah dan berpartisipasi dalam liturgi, baik sebagai penyanyi, pelayan liturgi, atau peserta aktif.
3. **Awam / Kaum awam**: mereka yang bukan imam atau religius, tetapi menjadi pelaku aktif dalam kegiatan gereja, seperti petugas liturgi, lektor, koor, pelayanan sosial.
4. **Paduan Suara / Musik Liturgis**: bertugas untuk pengiring nyanyian liturgi.

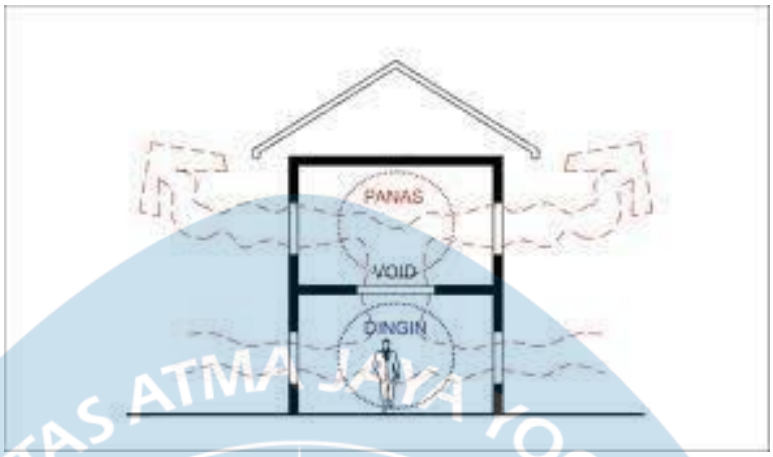
5. **Pelayan liturgi / acolyte / ministran**: membantu imam dalam persiapan dan pelaksanaan liturgi (misalnya membawa lilin, buku liturgi).
6. **Petugas teknis / liturgi**: orang yang menangani aspek teknis seperti suara, pencahayaan, proyektor, multimedia, logistic liturgi.
7. **Panitia / Pengurus Paroki**: dalam kegiatan non-liturgi seperti pertemuan komunitas, pelayanan sosial, pendidikan kateketik, dst.

2. 2 Konsep Penghawaan

Secara umum, sistem penghawaan adalah rangkaian komponen dan strategi yang memastikan pertukaran udara antara interior dan luar bangunan sehingga kualitas udara dalam ruangan (IAQ), pengendalian kelembapan, dan kondisi termal terpenuhi. Tujuan utama ventilasi: menyediakan oksigen, mengurangi polutan & CO_2, mengontrol kelembapan, dan membantu kenyamanan termal. Tinjaun literatur menunjukkan dua kategori besar: ventilasi alami dan ventilasi buatan (mekanik). (Elsaid, 2021).

2.2.1 Penghawaan Alami

Ventilasi alami memanfaatkan perbedaan tekanan (angin dan efek termal/efek cerobong) dan konfigurasi bukaan (jendela, ventilasi silang, atrium, celah ventilasi) untuk menghasilkan aliran udara tanpa energi tambahan. Keunggulan: hemat energi, meningkatkan hubungan ruang-luar, dan potensial mengurangi beban pendinginan bila desain adaptif diterapkan; kelemahan: ketergantungan pada kondisi meteorologi dan kontrol yang lebih terbatas terhadap aliran dan filtrasi. Review dan studi eksperimental serta simulasi menunjukkan bahwa kombinasi strategi seperti ventilasi silang, cerobong termal, dan pengaturan bukaan adaptif (mis. bukaan yang dapat diatur berdasarkan kondisi) meningkatkan efektivitas pendinginan pasif terutama pada iklim tropis lembap jika dioptimalkan dengan pemodelan CFD dan algoritme optimisasi. (Li, 2024; Zhang, 2021).



Gambar 2. 3 Aplikasi Ventilasi Silang Pada Bangunan
Sumber: Sangkertadi., (2006), Fisika Bangunan Untuk Mahasiswa Teknik, Arsitektur dan praktisi

2. 3 Standar Penghawaan Pada Bangunan Gereja

Di Indonesia, standar penghawaan pada bangunan gedung diatur antara lain melalui SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung. Standar ini menjelaskan bahwa ventilasi dapat terjadi secara alami akibat perbedaan tekanan angin dan perbedaan temperatur (efek cerobong), serta secara mekanis melalui sistem pengkondisian udara. Untuk ventilasi alami, SNI menetapkan bahwa luas bukaan ventilasi minimum adalah tidak kurang dari 5% luas lantai ruang yang membutuhkan ventilasi, sebagai syarat dasar agar pertukaran udara dapat berlangsung secara efektif (Badan Standardisasi Nasional, 2001). Ketentuan ini menjadi acuan awal dalam merancang bukaan, proporsi fasad, dan strategi ventilasi silang pada bangunan non-AC atau bangunan dengan sistem hibrida.

Selain standar nasional, standar internasional seperti ASHRAE Standard 62.1 menekankan pentingnya penyediaan laju ventilasi minimum untuk menjamin kualitas udara dalam ruang yang dapat diterima dan meminimalkan risiko kesehatan akibat polutan udara dalam ruang (ASHRAE, 2019). Sementara itu, ASHRAE Standard 55 memberikan kriteria kenyamanan termal, baik melalui pendekatan PMV/PPD maupun pendekatan adaptif untuk

bangunan berventilasi alami. Prinsip-prinsip ini menegaskan bahwa penghawaan bangunan harus dirancang tidak hanya untuk memenuhi aspek teknis pertukaran udara, tetapi juga untuk mendukung kesehatan, kenyamanan, dan keselamatan pengguna bangunan, sebagaimana juga ditegaskan dalam kerangka keandalan bangunan gedung yang mencakup aspek keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kemudahan (PP No. 16 Tahun 2021 Pasal 27).

Dalam bangunan gereja yang berlokasi di iklim tropis lembap, standar-standar tersebut perlu diterjemahkan secara kontekstual. Penghawaan alami yang memenuhi syarat bukaan minimum, dikombinasikan dengan pengendalian panas matahari dan ventilasi vertikal, dapat menjadi solusi utama untuk mencapai kenyamanan termal tanpa ketergantungan penuh pada sistem mekanis. Dengan demikian, standar penghawaan tidak dipahami sebagai batas minimum semata, melainkan sebagai dasar untuk dikembangkan lebih lanjut melalui pendekatan optimasi penghawaan yang responsif terhadap iklim, fungsi bangunan, dan kapasitas jemaat.

2.3.1 Teori Kenyamanan Termal Fanger (PMV dan PPD)

Evaluasi kenyamanan termal pada ruang publik bervolume besar merujuk pada model keseimbangan panas tubuh manusia (*Heat Balance Model*) yang dikembangkan oleh Fanger (1970). Model ini mengintegrasikan empat variabel lingkungan fisik, yaitu suhu udara (T_a), suhu radiasi rata-rata (*Mean Radiant Temperature* (MRT)), kecepatan udara (v_a), dan kelembapan relatif (RH), dengan dua variabel personal manusia, yaitu laju metabolisme aktivitas (M) dan tingkat isolasi pakaian (I_{cl}).

Indeks *Predicted Mean Vote* (PMV) memprediksi nilai rata-rata suara sensasi termal dari sekelompok besar manusia dalam skala psikofisik 7-titik empiris (di mana -3 = Dingin; 0 = Netral/Nyaman; +3 = Panas). Standar internasional menetapkan bahwa suatu ruang memenuhi kriteria kenyamanan

termal apabila nilai PMV berada pada rentang $-0.5 \leq \text{PMV} \leq +0.5$, yang berkorelasi dengan nilai *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) < 10% (ASHRAE Standard 55, 2020; ISO 7730, 2005).

2. 4 Konsep Optimasi

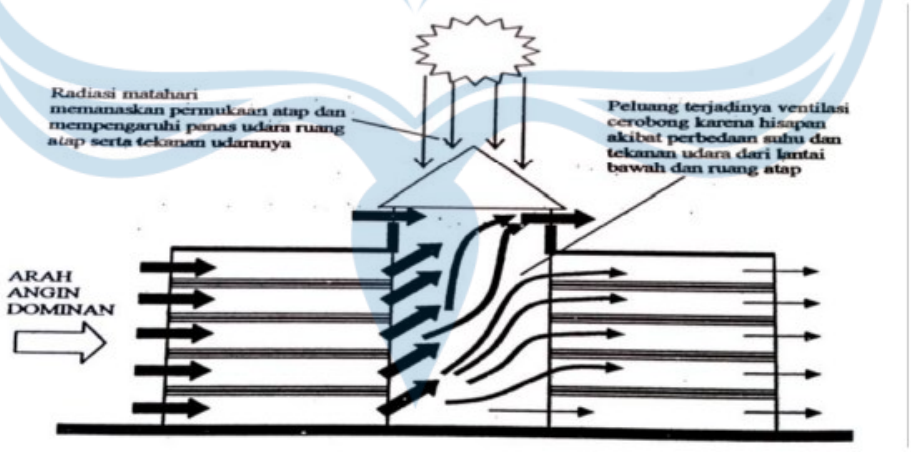
Optimasi dalam konteks perancangan bangunan adalah pendekatan untuk mencari konfigurasi desain dan parameter operasi yang memaksimalkan/meminimalkan tujuan tertentu (mis. kenyamanan termal, konsumsi energi, kualitas udara dalam ruangan) dengan mempertimbangkan batasan teknis dan konteks lokasi. Metode yang sering digunakan mencakup algoritme evolusioner (Genetic Algorithm), optimisasi multi-objektif (Multi-Objective Optimization / MOO), serta metode heuristik dan hybrid yang digabungkan dengan simulasi performa bangunan (CFD, simulasi energi). Studi-studi review menunjukkan bahwa integrasi strategi pasif (desain arsitektural) dan optimasi numerik pada tahap desain dapat menurunkan konsumsi energi dan meningkatkan kenyamanan tanpa ketergantungan penuh pada sistem mekanis. (Gassar, 2021; Faramarzi, 2020; Mukhtar, 2019).

2. 5 Konsep Optimasi Penghawaan

Penghawaan pada bangunan merupakan sistem dan strategi yang bertujuan menjamin kualitas udara dalam ruang (indoor air quality/IAQ), pengendalian kelembapan, serta kenyamanan termal melalui pertukaran udara antara ruang dalam dan lingkungan luar. Ventilasi berfungsi untuk menyediakan udara segar, menurunkan konsentrasi CO_2 dan polutan, mengeluarkan panas berlebih, serta mendukung kesehatan dan kenyamanan pengguna bangunan (ASHRAE, 2020). Dalam bangunan publik berkapasitas besar seperti gereja, karakter okupansi yang fluktuatif dan durasi penggunaan

yang panjang menjadikan penghawaan sebagai aspek performa bangunan yang sangat krusial.

Dalam konteks bangunan yang dioperasikan secara alami atau semi-alami, model kenyamanan termal adaptif menjadi landasan penting. Model ini menyatakan bahwa tingkat kenyamanan termal pengguna sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim luar dan kemampuan adaptasi pengguna terhadap lingkungan, sehingga bangunan berventilasi alami memiliki rentang suhu nyaman yang lebih luas dibanding bangunan ber-AC penuh (de Dear & Brager, 2001). Studi mutakhir juga menunjukkan bahwa ventilasi silang merupakan salah satu strategi ventilasi alami yang paling efektif untuk meningkatkan kecepatan udara dan distribusi aliran udara di dalam ruang, terutama pada bangunan berdenah memanjang dan bukaan berhadapan, seperti gereja (Jiang et al., 2023). Oleh karena itu, optimasi penghawaan pada bangunan gereja di iklim tropis lembap diarahkan pada pemanfaatan maksimal ventilasi alami yang terukur, dengan dukungan sistem hibrida bila diperlukan.



Gambar 2. 4 Aplikasi Ventilasi Cerobong Pada Bangunan
Sumber: Sangkertadi., (2006), Fisika Bangunan Untuk Mahasiswa Teknik, Arsitektur dan praktisi

2. 6 Penghawaan yang Optimal untuk Bangunan Gereja

Penghawaan yang optimal pada bangunan gereja bertujuan untuk mencapai kenyamanan termal, kualitas udara dalam ruangan (IAQ), dan efisiensi energi, terutama pada bangunan dengan kapasitas jamaah besar. Gereja sebagai ruang publik memiliki karakteristik volume besar, tinggi ruang yang signifikan, serta kepadatan pengguna yang fluktuatif, sehingga strategi ventilasi harus mampu menyesuaikan dengan kondisi tersebut.

Dalam konteks iklim tropis lembap seperti Pontianak, penghawaan alami menjadi komponen utama dalam strategi desain pasif. Ventilasi silang (cross ventilation) yang dihasilkan melalui penempatan bukaan pada dua sisi yang berlawanan dapat meningkatkan kecepatan udara dan menurunkan suhu efektif dalam ruang ibadah sebesar 2–4°C tanpa penggunaan sistem pendingin buatan (Indraganti & Rao, 2019). Penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi ventilasi silang dan ventilasi atas (clerestory window atau ventilasi atap) mampu meningkatkan distribusi udara hingga 60% lebih merata dibanding bukaan tunggal (Kubota et al., 2017).

Desain atap gereja juga berperan penting. Penggunaan atap tinggi dengan ventilasi puncak (ridge vent) dapat memanfaatkan efek cerobong (stack effect) untuk mengeluarkan udara panas yang naik ke atas ruangan. Strategi ini sering diterapkan dalam gereja tropis seperti Gereja Redemptor Mundi di Surabaya dan Gereja Katedral Jakarta, yang memanfaatkan atap tinggi dan bukaan alami untuk mengatur sirkulasi udara alami.

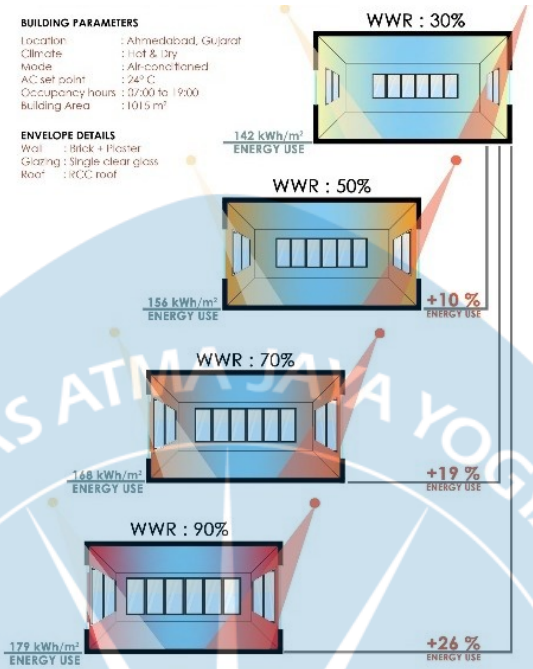
Namun, penghawaan alami saja seringkali tidak cukup untuk menjaga kelembapan dan kualitas udara pada saat misa berlangsung dengan jumlah jemaat besar. Oleh karena itu, kombinasi ventilasi alami dan buatan (hybrid ventilation) menjadi solusi yang direkomendasikan untuk bangunan ibadah di daerah tropis (Szokolay, 2014). Sistem ini memungkinkan penghawaan alami

berfungsi pada kondisi lingkungan yang mendukung, dan penghawaan buatan aktif hanya bekerja ketika suhu dan kelembapan melebihi batas kenyamanan.

2. 7 Rasio Bukaan yang Optimal untuk Bangunan Gereja

Rasio bukaan (window-to-wall ratio / WWR) berperan penting dalam mengatur intensitas aliran udara dan pencahayaan alami di dalam bangunan gereja. Menurut standar tropis (Lippsmeier, 1997), rasio bukaan yang efektif untuk bangunan non-ber-AC di iklim panas lembap berkisar antara 20–40% dari luas dinding luar, tergantung orientasi bangunan dan arah angin dominan.

Untuk bangunan gereja, penelitian oleh Toe & Kubota (2013) menunjukkan bahwa rasio bukaan 30–35% pada dua sisi yang berlawanan mampu menghasilkan ventilasi silang yang cukup untuk menjaga kecepatan udara di kisaran 0,6–1,2 m/s, yaitu kecepatan yang sesuai dengan batas kenyamanan termal manusia di daerah tropis. Bila rasio bukaan terlalu kecil (<15%), laju pertukaran udara menurun drastis dan dapat menyebabkan penumpukan panas. Sebaliknya, bukaan yang terlalu besar (>50%) dapat meningkatkan kelembapan dan silau cahaya yang berlebihan saat siang hari.



Gambar 2. 5 Contoh pengaruh WWR pada penggunaan energi
Sumber: https://projectstasio.ibpsa.us/contribution/what-is-the-impact-of-window-wall-ratio-on-annual-energy-use-in-an-office-building/

Penempatan dan ketinggian bukaan juga krusial. Bukaan rendah di sisi masuk dan bukaan tinggi di sisi keluar membantu mempercepat sirkulasi udara karena perbedaan tekanan vertikal (stack effect). Dalam gereja dengan langit-langit tinggi, kombinasi ventilasi bawah (jendela lateral) dan ventilasi atas (clerestory) terbukti lebih efisien dalam menciptakan distribusi udara merata.

2. 8 Pengaruh Penghawaan yang Baik terhadap Jemaat Gereja

Kualitas penghawaan memiliki pengaruh langsung terhadap kenyamanan termal, kesehatan, serta pengalaman spiritual jemaat**.** Ruang ibadah yang panas dan lembap dapat mengurangi konsentrasi, meningkatkan kelelahan, dan menimbulkan rasa tidak nyaman, terutama selama misa berdurasi panjang.

Tingkat kenyamanan optimal di ruang publik tercapai pada suhu udara 26–30°C dengan kecepatan udara sekitar 0,6–1,0 m/s dan kelembapan relatif 60–75%. Jika ventilasi tidak memadai, suhu efektif dalam gereja dapat meningkat hingga 33–35°C, melebihi batas kenyamanan manusia (de Dear & Brager, 2002).

Selain aspek kenyamanan, ventilasi juga berpengaruh pada kualitas udara dan kesehatan jemaat**.** Sistem penghawaan yang baik dapat mengurangi konsentrasi CO_2 dan partikulat yang dihasilkan dari pernapasan manusia serta lilin ibadah. menunjukkan bahwa peningkatan laju ventilasi dari 5 ACH (Air Change per Hour) menjadi 10 ACH dapat menurunkan konsentrasi CO_2 dalam ruang publik hingga 40%, meningkatkan konsentrasi dan kenyamanan pengguna (Elsaid, 2021).

Dalam konteks gereja tropis, ventilasi yang efektif tidak hanya meningkatkan kualitas udara, tetapi juga memperkuat pengalaman spiritual. Aliran udara alami yang lembut dan pencahayaan alami yang teratur dapat menciptakan atmosfer sakral yang menenangkan, mendukung refleksi dan doa.

2. 9 Preseden

2.9.1 Tinjauan komparasi terhadap bangunan gereja yang memanfaatkan penghawaan alami

- Sacred Heart Cathedral

Lokasi : Karamunsing, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia

Fungsi : Katedral Katolik utama di Keuskupan Kota Kinabalu

Arsitek : Shen Dah Cheong (Wisma Arkitek)



Gambar 2. 6 Sacred Heart Cathedral
Sumber: https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:KotaKinabalu_Sabah_Sacred-Heart-Cathedral-01.jpg

Sacred Heart Cathedral terletak di kawasan Karamunsing, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia. Gereja ini berfungsi sebagai pusat ibadah utama umat Katolik di Keuskupan Kota Kinabalu sekaligus menjadi tempat berlangsungnya kegiatan pastoral, sosial, dan budaya keagamaan umat Katolik di Sabah. Bangunan katedral yang berdiri di atas lahan luas ini merupakan hasil rancangan arsitek lokal Shen Dah Cheong dari Wisma Arkitek, dengan masukan desain dari pastor Fr. Tobias Chi yang terlibat langsung dalam proses pembangunan dan perencanaan ruang (Catholic Archdiocese of Kota Kinabalu, 2024). Dalam konteks arsitektur tropis, Sacred Heart Cathedral menampilkan pendekatan desain yang sangat memperhatikan kondisi iklim panas-lembap khas Sabah.



Gambar 2. 7 Tampak dalam katedral Sacred Heart
Sumber: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=1081171684041286&id

Salah satu elemen kunci dari bangunan ini adalah sistem penghawaan alami yang terintegrasi melalui konfigurasi ruang dan bentuk atapnya. Bangunan memiliki langit-langit tinggi dengan volume besar yang menciptakan efek cerobong (*stack effect*), yaitu pergerakan udara vertikal di mana udara panas dari aktivitas dalam ruangan naik ke bagian atas ruang dan keluar melalui ventilasi di puncak atap, sementara udara segar dari luar masuk melalui jendela dan bukaan di sisi bawah. Mekanisme ini memungkinkan sirkulasi udara alami terjadi tanpa bantuan pendingin mekanis (The Borneo Post, 2025).



Gambar 2. 8 Konfigurasi ruang dan bentuk atap katedral Sacred Heart
Sumber: https://www.wikiwand.com/en/articles/Sacred_Heart_Cathedral,_Kota_Kinabalu

Selain itu, terdapat bukaan silang (*cross ventilation*) pada kedua sisi bangunan, berupa jendela tinggi dan kisi-kisi kayu yang memungkinkan angin tropis masuk dan bergerak melintasi ruang utama katedral. Desain atap yang miring dengan overhang yang lebar juga memiliki fungsi ganda—melindungi dinding dari paparan hujan tropis dan mengurangi radiasi langsung matahari ke permukaan bangunan, sekaligus menjaga udara panas agar tidak terperangkap di bawah atap (Daily Express Malaysia, 2025).



Gambar 2. 9 Bukaan pada katedral Sacred Heart
Sumber: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KotaKinabalu_Sabah_Sacred-Heart-Cathedral-06.jpg

Melalui kombinasi ini, suhu di dalam katedral dapat terjaga pada tingkat kenyamanan termal tanpa penggunaan sistem AC dalam skala besar. Penggunaan material lokal dengan konduktivitas termal rendah juga membantu mengurangi panas yang tersimpan di struktur bangunan. Pendekatan desain Sacred Heart Cathedral mencerminkan penerapan prinsip arsitektur tropis berkelanjutan, di mana elemen pasif seperti ventilasi alami dan pencahayaan alami diutamakan untuk mencapai efisiensi energi serta kenyamanan bagi umat yang beribadah. Gereja ini menjadi salah satu contoh penting bagaimana bangunan keagamaan dapat beradaptasi terhadap kondisi lingkungan tropis tanpa mengorbankan aspek spiritual dan estetika arsitektur (The Borneo Post, 2025; Catholic ADKK, 2024).

- Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur

  Lokasi : Nianing, Petite-Côte, Senegal

Fungsi : Gereja Katolik paroki untuk umat di wilayah Nianing

Arsitek : Nicolas Vernoux-Thélot

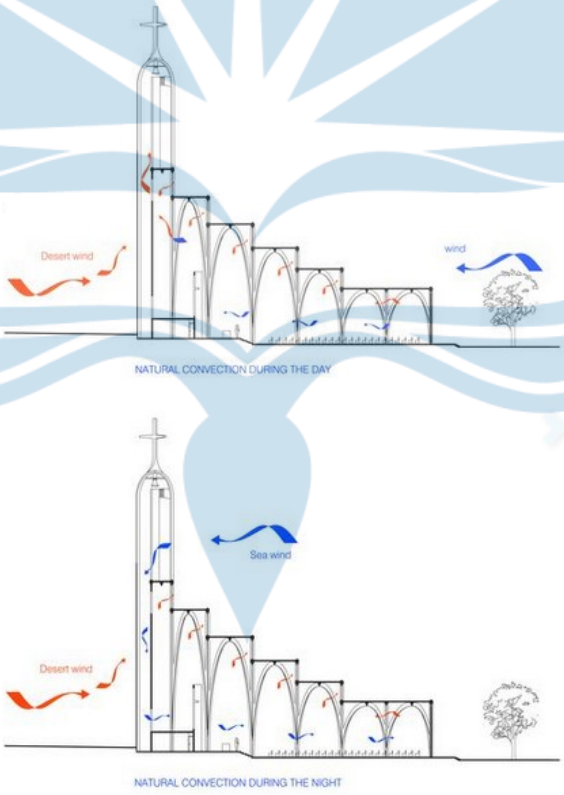


Gambar 2. 10 Gereja Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur
Sumber:
https://www.facebook.com/photo/?fbid=3253926041340190&set=pcb.3253926401340154

Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur terletak di kawasan pesisir Nianing, sekitar 80 kilometer di selatan ibu kota Dakar, Senegal. Gereja ini berfungsi sebagai gereja paroki Katolik yang menampung hingga 800 umat dan juga berperan sebagai landmark arsitektur serta simbol pembangunan berkelanjutan di Afrika Barat. Proyek ini dirancang oleh arsitek Prancis Nicolas Vernoux-Thélot dari In Situ Architecture, dan dibangun antara tahun 2014 hingga 2018 (Eiffage, 2018). Desainnya berangkat dari pendekatan bioklimatik, yaitu strategi perancangan yang menyesuaikan bentuk, orientasi, dan ventilasi bangunan terhadap kondisi iklim setempat yang panas dan kering.

Bangunan ini menampilkan bentuk spiral yang menyerupai cangkang kerang (*shell form*), sebuah simbol spiritual sekaligus strategi fungsional.

Bentuk spiral tersebut tidak hanya estetis, tetapi juga menciptakan aliran udara yang efisien melalui interior ruang. Sisi bangunan yang menghadap ke barat terbuka lebar untuk menerima angin perdagangan laut, sedangkan sisi utara tertutup rapat untuk menahan angin panas Harmattan yang membawa debu dari gurun Sahara (Construction21, 2019). Dalam sistem penghawaan alaminya, gereja ini mengandalkan menara lonceng setinggi ± 45 meter yang berfungsi sebagai cerobong ventilasi (*wind-tower*) — udara panas dari ruang utama naik melalui menara ini secara konveksi termal dan dilepaskan ke atmosfer, sedangkan udara segar dari arah laut disedot masuk ke ruang utama melalui bukaan horizontal di bagian bawah. Prinsip ini meniru sistem ventilasi alami sarang rayap Afrika, yang terkenal efisien dalam menjaga suhu internal konstan di tengah panas ekstrem (Vernoux-Thélot, 2018).



Gambar 2. 11 Efek wind tower pada gereja Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur
Sumber: https://www.construction21.org/articles/h/24-the-context-of-the-nianing-church.html?utm_source=chatgpt.com

Hasil penerapan sistem ini sangat signifikan: gereja dapat beroperasi tanpa bantuan sistem pendingin mekanis dan hanya mengandalkan ventilasi pasif untuk menjaga suhu di bawah 30 °C, sementara kondisi luar ruangan bisa mencapai 35–38 °C. Menurut laporan Construction21 (2019), konsumsi energi bangunan hanya sekitar 1,2 kWhef/m² per tahun, dengan emisi karbon sangat rendah (± 0,3 kg CO_2/m² per tahun). Pencapaian ini menunjukkan efektivitas strategi ventilasi alami dalam menekan penggunaan energi sekaligus menciptakan kenyamanan termal bagi jamaah. Bentuk arsitektur yang menyatu dengan konteks iklim serta simbolisme religius menjadikan gereja Nianing sebagai contoh unggul arsitektur tropis-kering berkelanjutan yang mampu menggabungkan nilai spiritual, ekologis, dan teknologis dalam satu kesatuan desain (Construction21, 2019; Vernoux-Thélot, 2018).



Gambar 2. 12 Tampak interior gereja Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur
Sumber: https://www.wattpad.com/949242645-destination-s%C3%A9n%C3%A9gal-l%27eglise-de-nianing

Tabel 2.1 Perbandingan antara *Sacred Heart Cathedral* dan *Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur*

Aspek	Sacred Heart Cathedral	Église Sainte-Épiphanie-du-Seigneur
Lokasi & Iklim	Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia – Iklim tropis lembap (curah hujan tinggi, suhu 25–33°C, kelembapan 80–90%)	Nianing, Senegal – Iklim tropis-kering (musim panas panjang, suhu 26–38°C, kelembapan rendah 40–60%)
Orientasi Bangunan	Arah timur-barat dengan bukaan lateral di sisi utara-selatan untuk menangkap aliran angin laut dari Teluk Likas	Spiral terbuka ke arah barat (menuju laut) untuk menangkap angin laut, tertutup ke arah utara untuk menahan angin panas Sahara
Sistem Penghawaan Alami	• *Cross ventilation* (ventilasi silang) melalui jendela besar di sisi kiri dan kanan nave. • *Stack effect* (efek cerobong) melalui ruang atap tinggi dan ventilasi puncak. • Overhang lebar untuk mengurangi radiasi panas langsung.	• *Wind tower* (menara ventilasi) setinggi ±45 m sebagai cerobong udara. • Ventilasi horizontal di dasar dinding untuk masuknya udara sejuk. • Bentuk spiral membantu mengarahkan dan mempercepat sirkulasi udara.