

**ANALISIS POTENSI KETAHANAN BANGUNAN KOLONIAL
BELANDA TERHADAP GEMPA BERDASARKAN ASPEK
ARSITEKTUR (STUDI KASUS: SMAN 1 BANDA ACEH)**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

SRI MAYANTI

220701095

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Arsitektur



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2026 M/1448 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

ANALISIS POTENSI KETAHANAN BANGUNAN KOLONIAL BELANDA TERHADAP GEMPA BERDASARKAN ASPEK ARSITEKTUR (STUDI KASUS: SMAN 1 BANDA ACEH)

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Arsitektur



Oleh:
SRI MAYANTI
NIM.220701095
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Arsitektur

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,	Pembimbing II,
	
Reza Maulana Haridhi, S.T., M.Arch., Ph.D.	Mira Alfitri, S.T., M.Ars.
NIDN. 2020028601	NIDN. 2005058803

Mengetahui,
Ketua Program Studi Arsitektur,



Zia Faizurrahmany El Faridy, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010108801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS POTENSI KETAHANAN BANGUNAN KOLONIAL BELANDA TERHADAP GEMPA BERDASARKAN ASPEK ARSITEKTUR (STUDI KASUS: SMAN 1 BANDA ACEH)

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Prodi Arsitektur

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 29 Juli 2026
14 Safar 1448 H
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir/Skripsi:

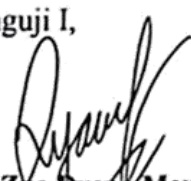
Ketua,


Reza Maulana Haridhi, S.T., M.Arch., Ph.D.
NIDN. 2020028601

Sekretaris


Mira Alfitri, S.T., M.Ars.
NIDN. 2005058803

Penguji I,


Dr. Zya Dyena Meutia, S.T., M.T.
NIDN. 2003078701

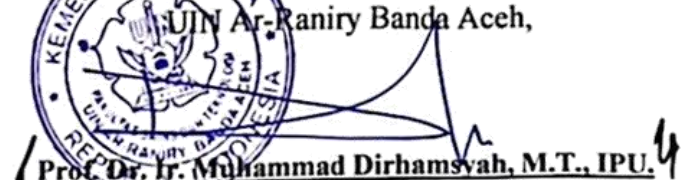
Penguji II,


Zia Faizurrahman El Faridy, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010108801



Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh,


Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIDN. 0002106203

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Mayanti
NIM : 220701095
Program Studi : Arsitektur
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Analisis Potensi Ketahanan Bangunan Kolonial Belanda Terhadap Gempa Berdasarkan Aspek Arsitektur (Studi Kasus: SMAN 1 Banda Aceh)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 29 Juli 2026

Yang Menyatakan,


Sri Mayanti



ABSTRAK

Nama : Sri Mayanti
NIM : 220701095
Program Studi : Arsitektur
Judul : Analisis Potensi Ketahanan Bangunan Kolonial Belanda Terhadap Gempa Berdasarkan Aspek Arsitektur (Studi Kasus: SMAN 1 Banda Aceh)
Tanggal Sidang : 29 Juli 2026
Jumlah Halaman : 76 halaman
Pembimbing I : Reza Maulana Haridhi, S.T., M.Arch., Ph.D.
Pembimbing II : Mira Alfitri, S.T., M.Ars.
Kata Kunci : Bangunan Kolonial Belanda, Ketahanan Gempa, Arsitektur Seismik, SNI 1726:2019, SMAN 1 Banda Aceh

Penelitian ini mengevaluasi potensi ketahanan terhadap gempa pada bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh berdasarkan aspek arsitektur. Bangunan bersejarah ini tetap difungsikan setelah gempa dan tsunami Aceh 2004, sementara kajian yang secara khusus menghubungkan arsitektur kolonial dengan prinsip ketahanan gempa masih relatif terbatas.

Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus tunggal. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, dokumentasi visual, pengukuran elemen bangunan yang dapat diakses, dan studi literatur, kemudian dianalisis melalui triangulasi terhadap prinsip ketahanan gempa yang disintesis dari SNI 1726:2019, FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), dan Bothara dan Brzev (2011). Evaluasi mencakup enam aspek arsitektur: bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap.

Hasil penelitian menunjukkan bangunan masih mempertahankan karakteristik arsitektur kolonial Belanda yang dapat diidentifikasi secara visual. Konfigurasi massa dinilai selaras secara konseptual dengan prinsip ketahanan gempa, sedangkan lima aspek lainnya dinilai selaras sebagian: denah relatif simetris namun memiliki ketidakberaturan geometris yang belum diukur secara formal berdasarkan

SNI 1726:2019; dinding bata masif dengan elemen pengikat yang belum terverifikasi; dan rasio bukaan fasad utama 47,33% yang hanya menjadi informasi geometris, bukan batas aman atau rasio ketahanan gempa.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa karakteristik arsitektural bangunan relevan sebagai evaluasi awal ketahanan gempa, namun belum dapat dijadikan bukti kapasitas struktural sehingga tetap memerlukan investigasi teknis, pengujian material, dan analisis struktur lanjutan. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan awal bagi pelestarian bangunan kolonial bersejarah yang tanggap terhadap risiko gempa di kawasan rawan bencana seperti Aceh.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Potensi Ketahanan Bangunan Kolonial Belanda terhadap Gempa Berdasarkan Aspek Arsitektur (Studi Kasus SMAN 1 Banda Aceh).” Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat beliau.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) pada Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh;
2. Bapak Zia Faizurrahmany El Faridy, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku ketua Program Studi Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry;
3. Bapak Reza Maulana Haridhi, S.T., M.Arch., Ph.D., selaku Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga dalam penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Mira Alfitri, S.T., M.Ars., selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dan saran yang konstruktif selama proses penulisan skripsi;
5. Ibu Fitriyani Insanuri Qismullah, S.T., M.U.P. selaku Dosen Koordinator yang telah mengkoordinir segala aktivitas terkait mata kuliah Tugas Akhir ini;
6. Pihak pengelola SMAN 1 Banda Aceh yang telah memberikan izin dan kemudahan akses selama proses pengambilan data lapangan;
7. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan material yang tidak ternilai;

8. Seluruh rekan-rekan mahasiswa Program Studi Arsitektur yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan pada masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu arsitektur, khususnya kajian bangunan bersejarah di kawasan rawan gempa.

Banda Aceh, 29 Juli 2026
Penulis,

SRI MAYANTI



DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
1.5 Batasan Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Bangunan Kolonial Belanda	8
2.2 Prinsip Ketahanan Bangunan terhadap Gempa Bumi.....	9
Prinsip Ketahanan terhadap Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019.....	10
2.2.2 Aspek Arsitektur Bangunan Kolonial sebagai Objek Analisis terhadap Prinsip Bangunan Tahan Gempa.....	11
2.3 Aspek Arsitektur terhadap Potensi Ketahanan Gempa	14
2.4 Studi Kasus SMAN 1 Banda Aceh	15
2.5 Penelitian Terdahulu	17
2.6 Kerangka Konseptual Penelitian	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Pendekatan Penelitian	21
3.2 Lokasi dan Objek Penelitian	22
3.3 Fokus dan Kategori Analisis	23
3.3.1 Aspek Arsitektur (Kategori Analisis Utama).....	23
3.3.2 Prinsip Ketahanan terhadap Gempa (Acuan Evaluasi)	23
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	24
3.5 Instrumen Penelitian.....	24

3.6 Teknik Analisis Data.....	27
3.7 Keabsahan Data.....	30
3.8 Tahapan Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian	32
4.2 Temuan Lapangan: Karakteristik Arsitektur Bangunan Kolonial SMAN 1 Banda Aceh.....	35
4.2.1 Bentuk dan Keteraturan Denah	35
4.2.2 Konfigurasi Massa Bangunan	37
4.2.3 Sistem Struktur	38
4.2.4 Material Dinding	43
4.2.5 Proporsi dan Distribusi Bukaannya	46
4.2.6 Sistem dan Konfigurasi Atap	48
4.3 Analisis dan Evaluasi Karakteristik Arsitektur terhadap Prinsip Bangunan Tahan Gempa	49
4.3.1 Analisis Bentuk dan Keteraturan Denah	50
4.3.2 Analisis Konfigurasi Massa Bangunan	51
4.3.3 Analisis Sistem Struktur	51
4.3.4 Analisis Material Dinding	52
4.3.5 Analisis Proporsi dan Distribusi Bukaannya	54
4.3.6 Analisis Sistem dan Konfigurasi Atap	54
4.4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Aspek Arsitektur	55
4.5 Identifikasi Kekuatan dan Kelemahan Arsitektural	60
4.5.1 Kekuatan Arsitektural	60
4.5.2 Kelemahan Arsitektural	61
4.6 Diskusi	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.1.1 Karakteristik Arsitektur Bangunan Kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh.....	65
5.1.2 Tingkat Keselarasan Konseptual Karakteristik Arsitektur dengan Prinsip Ketahanan Gempa	66
5.1.3 Kekuatan dan Kelemahan Arsitektural terhadap Ketahanan Gempa.....	67
5.1.4 Kontribusi Penelitian	68
5.2 Keterbatasan Penelitian	69
5.3 Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan.....	70

DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aspek Arsitektur sebagai Objek Evaluasi terhadap Prinsip Ketahanan Gempa.....	11
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	14
Tabel 3.1 Instrumen Observasi Penelitian	21
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Aspek Arsitektur Bangunan SMAN 1 Banda Aceh.....	45
Tabel 4.2 Matriks Penerapan Instrumen dan Bukti Visual Hasil Observasi pada Bangunan SMAN 1 Banda Aceh.....	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tampak Depan Bangunan SMAN 1 Banda Aceh	2
Gambar 1.2 Peta Lokasi SMAN 1 Banda Aceh	3
Gambar 2.1 Skema Penelusuran Sumber Angka dan Data Pendukung pada Bab IV	11
Gambar 2.2 Kerangka Konseptual Penelitian.....	16
Gambar 2.3 Dokumentasi Historis Bangunan SMAN 1 Banda Aceh	16
Gambar 4.1 Tampak Depan Bangunan SMAN 1 Banda Aceh	27
Gambar 4.2 Tampak Belakang Bangunan SMAN 1 Banda Aceh.....	27
Gambar 4.3 Tampak Kiri.....	27
Gambar 4.4 Tampak Kanan.....	27
Gambar 4.4a Kondisi Kawasan SMAN 1 Banda Aceh Pascatsunami 2004	27
Gambar 4.5 Denah Terukur Bangunan Utama SMAN 1 Banda Aceh.....	28
Gambar 4.6 Analisis Keteraturan Geometri Denah Bangunan.....	29
Gambar 4.7 Analisis Kesimetrian Denah Bangunan Utama SMAN 1 Banda Aceh	29
Gambar 4.8 Analisis Konfigurasi Massa Bangunan SMAN 1 Banda Aceh.....	30
Gambar 4.9 Kondisi Dinding Utama Bangunan SMAN 1 Banda Aceh	32
Gambar 4.10 Identifikasi Posisi Kolom Berdasarkan Hasil Observasi Lapangan.....	33
Gambar 4.11 Rancangan Awal Gedung Administrasi NIS/Lawang Sewu Tahun 1902.....	34
Gambar 4.12a Degradasi Plester, Bata Ekspos, dan Elemen Logam pada Kusen Pintu	37
Gambar 4.12b Kondisi Visual Permukaan Dinding Interior SMAN 1 Banda Aceh	37
Gambar 4.12c Kondisi Kerusakan Dinding dan Lantai pada Ruang Interior Bangunan Pascatsunami 2004.....	37
Gambar 4.13 Fasad Bangunan SMAN 1 Banda Aceh.....	38
Gambar 4.14 Perubahan Material Penutup Atap Sebelum dan Sesudah Renovasi.....	40

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Halaman
SMAN	Sekolah Menengah Atas Negeri	2
SNI	Standar Nasional Indonesia	1
FEMA	Federal Emergency Management Agency	11
URM	Unreinforced Masonry	9
NIS	Nederlands-Indische Spoorweg Maatschappij	34
CCTV	Closed-Circuit Television	37
h/t	Height-to-thickness ratio	43
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites	57
FRP	Fiber-Reinforced Polymer	57
NDT	Non-Destructive Testing	60



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia berada di wilayah Cincin Api Pasifik (*Pacific Ring of Fire*) dan dilalui zona pertemuan lempeng tektonik aktif sehingga memiliki tingkat aktivitas gempa yang tinggi (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, n.d.). Salah satu peristiwa gempa terbesar yang berdampak pada Indonesia terjadi pada 26 Desember 2004, ketika gempa berkekuatan M 9,1 di lepas pantai barat Sumatra memicu tsunami yang menimbulkan kerusakan dan korban jiwa sangat besar, terutama di Aceh (U.S. Geological Survey, 2024; Arsip Nasional Republik Indonesia, 2022).

Di tengah kerusakan yang meluas akibat gempa bumi dan tsunami Aceh tahun 2004, sejumlah bangunan peninggalan kolonial Belanda di Banda Aceh masih berdiri dan tetap digunakan hingga saat ini (Rahmadhana, 2020; Bank Indonesia Institute, 2021). Fenomena tersebut menunjukkan pentingnya kajian terhadap karakteristik bangunan bersejarah yang masih digunakan di kawasan rawan gempa. Secara umum, bangunan kolonial Belanda di Indonesia memperlihatkan adaptasi terhadap iklim tropis melalui elemen seperti dinding masif, langit-langit tinggi, bukaan yang mendukung pencahayaan dan penghawaan alami, serta bentuk atap yang responsif terhadap curah hujan (Handinoto, 2007; Ramli et al., 2020).

Dalam kajian bangunan tahan gempa, bentuk dan keteraturan bangunan, sistem struktur, jenis material, kontinuitas jalur gaya, serta distribusi massa merupakan aspek yang perlu dipertimbangkan secara terpadu (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Di Indonesia, perencanaan bangunan tahan gempa diatur melalui SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Standar tersebut menjadi acuan teknis dalam perencanaan agar bangunan mampu menghadapi pengaruh gempa sesuai kategori risiko dan kondisi tapaknya. Uraian mengenai prinsip-prinsip bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019 dijelaskan lebih lanjut pada Bab II KajianPustaka.

Penelitian ini menggunakan SNI 1726:2019 bukan sebagai acuan untuk menilai kepatuhan teknis maupun menghitung kapasitas struktur bangunan, melainkan sebagai salah satu acuan konseptual yang disintesis bersama literatur bangunan *masonry*, yaitu FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), dan Bothara dan Brzev (2011), untuk menyusun kerangka evaluasi kualitatif-arsitektural. Melalui kerangka tersebut, karakteristik arsitektur bangunan dievaluasi berdasarkan enam aspek, yaitu bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap. Keenam aspek tersebut dipilih karena merupakan karakteristik arsitektural yang dapat diamati secara visual tanpa memerlukan gambar struktur maupun data teknis lengkap, sehingga sesuai dengan keterbatasan data pada bangunan kolonial bersejarah. Di antara keenam aspek tersebut, sistem struktur menjadi salah satu aspek utama yang dikaji karena berkaitan langsung dengan kontinuitas jalur penyaluran gaya gempa, sehingga pembahasannya turut menjadi bagian dari rumusan masalah penelitian ini. Penjelasan lebih rinci mengenai penyusunan kerangka evaluasi dan indikator setiap aspek disajikan pada Bab II Kajian Pustaka. Perlu ditegaskan sejak bagian ini bahwa SNI 1726:2019 secara teknis merupakan standar rekayasa kuantitatif-struktural yang memuat prosedur perhitungan pembebanan gempa dan persyaratan kapasitas struktur; dalam penelitian ini, SNI tersebut hanya diambil sebatas definisi kriteria ketidakberaturan geometri denah dan massa secara konseptual, dan sama sekali tidak digunakan untuk analisis pembebanan gempa maupun perhitungan kapasitas struktur.

Salah satu bangunan kolonial yang masih berdiri dan tetap difungsikan di Kota Banda Aceh adalah gedung SMAN 1 Banda Aceh. Gedung tersebut merupakan peninggalan kolonial Belanda yang telah ada sejak tahun 1878. Sejak 1 September 1946, gedung tersebut digunakan sebagai sarana pendidikan SMA Negeri 1 Banda Aceh dan masih menjalankan fungsi tersebut hingga saat ini (Rahmadhana, 2020; SMA Negeri 1 Banda Aceh, n.d.). Bank Indonesia Institute (2021) mencatat bahwa gedung tersebut termasuk bangunan yang selamat dari tsunami Aceh tahun 2004. Keberadaan dan keberlanjutan fungsi bangunan setelah peristiwa tersebut

menjadikan SMAN 1 Banda Aceh relevan untuk diteliti guna mengidentifikasi keterkaitan karakteristik arsitektur dan sistem bangunannya dengan potensi ketahanan terhadap gempa.

Penetapan SMAN 1 Banda Aceh sebagai objek penelitian mengacu pada tiga kriteria kelayakan objek studi kasus, yaitu kejelasan unit analisis, ketersediaan bukti empiris atas fenomena yang dikaji, dan kontribusinya terhadap kesenjangan pengetahuan yang belum terjawab oleh kajian terdahulu:

Pertama, kejelasan unit analisis arsitektural. Bangunan tetap difungsikan sesuai peruntukan awalnya sebagai sarana pendidikan sejak tahun 1946 hingga saat ini, sehingga karakteristik arsitektur dan sistem strukturnya dapat diamati sebagai satu kesatuan unit analisis yang relatif utuh, tanpa terdistorsi oleh perubahan fungsi maupun intervensi renovasi yang mengaburkan bentuk aslinya (Rahmadhana, 2020; SMA Negeri 1 Banda Aceh, n.d.).

Kedua, ketersediaan bukti empiris atas fenomena ketahanan bangunan. Sebagai bangunan yang tercatat selamat dan tetap berdiri setelah mengalami guncangan gempa serta terpaan tsunami Aceh tahun 2004 (Bank Indonesia Institute, 2021), SMAN 1 Banda Aceh menghadirkan fenomena nyata yang batasnya dengan konteks lokasi, periode konstruksi, dan sistem bangunannya dapat ditelusuri secara jelas, sebagaimana disyaratkan dalam pendekatan studi kasus (Yin, 2014).

Ketiga, kontribusi terhadap kesenjangan pengetahuan. Kajian terdahulu terhadap bangunan kolonial di Banda Aceh, termasuk SMAN 1 Banda Aceh, umumnya berfokus pada karakteristik fasad dan gaya arsitektur (Azis, 2025), sementara keterkaitan aspek arsitektur bangunan dengan prinsip ketahanan gempa belum dikaji secara khusus. Dengan unit analisis yang jelas dan bukti empiris yang tersedia, SMAN 1 Banda Aceh berpotensi mengisi kesenjangan tersebut.

Ketiga kriteria tersebut menjadikan SMAN 1 Banda Aceh sebagai objek yang layak untuk mengeksplorasi keterkaitan antara karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda dan potensi ketahanan terhadap gempa.



Gambar 1.1 Tampak Depan Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.



Gambar 1.2 Peta Lokasi SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Google Maps, diakses 21 Juni 2026.

Namun demikian, penelitian mengenai bangunan kolonial di Aceh yang ditelusuri dalam penelitian ini masih lebih banyak membahas karakteristik fasad, gaya arsitektur, pelestarian, dan adaptasi bangunan terhadap iklim tropis. Azis (2025) mengidentifikasi karakteristik fasad dan gaya arsitektur kolonial pada Bank Indonesia, Pendopo Gubernur Aceh, dan SMAN 1 Banda Aceh. Rahmah, Munir, dan Fuady (2024) mengkaji strategi adaptasi bangunan kolonial SMPN 1 Lhokseumawe terhadap iklim tropis, sedangkan Dewi, Dafrina, dan Novianti (2024) mengidentifikasi karakteristik arsitektur kolonial pada Pendopo Bupati Aceh Tamiang. Kajian-kajian tersebut belum secara khusus menghubungkan karakteristik arsitektur bangunan kolonial dengan prinsip ketahanan terhadap gempa. Di sisi lain, penelitian mengenai ketahanan seismik bangunan masonry umumnya berfokus pada pengembangan metode penilaian kerentanan, identifikasi pola kerusakan, analisis perilaku struktur, dan strategi perkuatan bangunan (Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011; Karić et al., 2022). Berdasarkan pemetaan literatur tersebut, kajian yang secara khusus mengevaluasi potensi ketahanan gempa bangunan

kolonial Belanda di Aceh melalui aspek arsitektur masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik arsitektur SMAN 1 Banda Aceh berdasarkan prinsip ketahanan terhadap gempa melalui pendekatan kualitatif-arsitektural. Evaluasi tersebut merupakan kajian konseptual awal dan tidak dimaksudkan untuk menggantikan analisis rekayasa struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh ditinjau dari aspek bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap?
2. Bagaimana tingkat keselarasan konseptual karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh dengan prinsip ketahanan gempa yang disintesis dari SNI 1726:2019 dan referensi pendukung?
3. Aspek arsitektur apa saja yang teridentifikasi sebagai potensi kekuatan dan kelemahan bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh dalam evaluasi awal ketahanan gempa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh yang meliputi bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap.
2. Mengevaluasi tingkat keselarasan konseptual karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh dengan prinsip ketahanan gempa yang disintesis dari SNI 1726:2019 dan referensi pendukung.
3. Mengidentifikasi aspek arsitektur yang berpotensi menjadi kekuatan dan kelemahan bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh dalam evaluasi awal ketahanan gempa.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian ilmu arsitektur, khususnya terkait hubungan antara karakteristik arsitektur bangunan kolonial dengan ketahanannya terhadap gempa bumi. Penelitian ini juga diharapkan dapat memperkaya literatur dalam bidang arsitektur bangunan bersejarah serta kajian mitigasi bencana berbasis analisis arsitektur.

1.4.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi yang berguna bagi berbagai pihak, antara lain:

- a. Bagi instansi pemerintah dan pengelola bangunan cagar budaya: penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam evaluasi kondisi fisik dan perencanaan pemeliharaan bangunan kolonial yang berada di wilayah rawan gempa.
- b. Bagi akademisi dan peneliti: penelitian ini dapat dijadikan referensi awal untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam, baik dalam aspek arsitektur maupun rekayasa struktur bangunan bersejarah.
- c. Bagi praktisi arsitektur dan perencanaan kota: hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangan konsep perancangan bangunan yang lebih adaptif terhadap risiko gempa, dengan memperhatikan kearifan konstruksi bangunan terdahulu.

1.5 Batasan Penelitian

1. Penelitian difokuskan pada bangunan kolonial Belanda yang terdapat di kawasan SMAN 1 Banda Aceh, dan tidak mencakup bangunan kolonial lainnya di Kota Banda Aceh.
2. Analisis penelitian dilakukan berdasarkan aspek arsitektur bangunan, yang meliputi bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, jenis dan ketebalan material dinding, proporsi serta distribusi bukaan, serta sistem dan bentuk atap.

3. Penelitian ini bersifat konseptual-arsitektural dan tidak melakukan analisis struktural kuantitatif. Analisis difokuskan pada elemen-elemen yang dapat diamati secara arsitektural, seperti bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur yang tampak, dimensi dinding, proporsi bukaan, serta konfigurasi atap. Penilaian ketahanan terhadap gempa dilakukan berdasarkan tingkat keselarasan karakteristik arsitektur bangunan dengan prinsip-prinsip ketahanan gempa dalam SNI 1726:2019 dan referensi pendukung lainnya, tanpa menghasilkan nilai kapasitas struktur, kekuatan material, simulasi respons gempa, maupun analisis rekayasa struktur. Pendekatan ini dipilih karena keterbatasan data teknis bangunan bersejarah dan bertujuan menghasilkan evaluasi konseptual awal sebagai dasar pertimbangan pelestarian dan perkuatan bangunan.
4. Data yang dikumpulkan bersumber dari observasi lapangan, dokumentasi visual, dan studi literatur. Penelitian tidak melibatkan pengujian material di laboratorium maupun analisis geoteknik.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan, membahas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka, memuat tinjauan teoritis mengenai bangunan kolonial Belanda, ketahanan bangunan terhadap gempa bumi, prinsip bangunan tahan gempa berdasarkan SNI 1726:2019, aspek arsitektur dalam ketahanan gempa, studi kasus SMAN 1 Banda Aceh, penelitian terdahulu, dan kerangka konseptual penelitian.

Bab III Metodologi Penelitian, menjelaskan pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, lokasi dan objek penelitian, fokus dan kategori analisis, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, teknik analisis data, keabsahan data, serta tahapan penelitian.

Bab IV Hasil dan Pembahasan, memaparkan temuan lapangan mengenai karakteristik arsitektur bangunan kolonial SMAN 1 Banda Aceh serta analisis dan interpretasi keterkaitannya dengan prinsip bangunan tahan gempa.

Bab V Kesimpulan dan Saran, menyajikan kesimpulan penelitian, keterbatasan penelitian, dan arahan penelitian lanjutan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Kolonial Belanda

Bangunan kolonial Belanda di Indonesia merupakan bagian dari warisan arsitektur yang memiliki nilai sejarah, budaya, dan arkeologis serta berkontribusi dalam membentuk identitas visual kota (Handinoto, 2007; Al Farisa et al., 2024). Kehadiran bangunan-bangunan tersebut tidak hanya menjadi bukti perkembangan sejarah kolonial di Indonesia, tetapi juga mencerminkan proses penyesuaian arsitektur Eropa terhadap lingkungan tropis yang memiliki kondisi iklim, topografi, dan ketersediaan material berbeda dengan kawasan asalnya.

Secara arsitektural, bangunan kolonial Belanda memiliki karakteristik dan tipologi yang beragam. Beberapa gaya seperti Art Deco, Landhuis, dan Neo-Gothic berkembang melalui proses adaptasi terhadap kondisi lokal (Handinoto, 2007). Sebagai contoh, bangunan kolonial bergaya Art Deco di Malang berkembang cukup pesat pada periode 1920–1938 dan menunjukkan perpaduan antara konsep arsitektur modern Eropa dengan kebutuhan iklim tropis (Ramli et al., 2020). Karakter visual bangunan kolonial dipengaruhi oleh elemen seperti bentuk massa, desain atap, kanopi, ornamen, material, dan warna bangunan.

Dari aspek konstruksi, salah satu tipologi yang dijumpai pada bangunan kolonial Belanda adalah sistem dinding pemikul beban (load-bearing wall), yaitu dinding yang berperan dalam menyalurkan beban bangunan menuju pondasi. Dinding pada tipologi tersebut umumnya tersusun dari pasangan bata masif dan dapat berfungsi sebagai pembatas ruang sekaligus elemen struktural. Pada beberapa bangunan kolonial yang mengadopsi gaya neoklasik atau Indische Empire Style, kolom bergaya Dorik, Ionik, maupun Korintian juga dijumpai sebagai elemen arsitektural pada fasad (Handinoto, 2007).

Upaya pelestarian bangunan kolonial memiliki peranan penting karena bangunan tersebut mengandung nilai historis, budaya, dan edukatif yang tinggi. Selain mempertahankan nilai keaslian bangunan, upaya pelestarian juga perlu mempertimbangkan aspek keselamatan bangunan terhadap berbagai ancaman bencana, termasuk gempa bumi, terutama pada bangunan bersejarah yang masih digunakan hingga saat ini. Oleh sebab itu, identifikasi tipologi bangunan kolonial

melalui elemen-elemen arsitektur seperti atap, dinding, bukaan, ornamen, dan kolom menjadi langkah penting dalam mendukung upaya konservasi, evaluasi kondisi bangunan, dan perencanaan tindakan mitigasi yang sesuai (Al Farisa, Santosa, & Ernawati, 2024).

2.2 Prinsip Ketahanan Bangunan terhadap Gempa Bumi

Prinsip ketahanan bangunan terhadap gempa merupakan aspek penting dalam perencanaan, perancangan, dan pengelolaan bangunan, khususnya di negara dengan aktivitas seismik tinggi seperti Indonesia. Secara tektonik, Indonesia dilalui zona pertemuan lempeng aktif sehingga memiliki potensi gempa bumi yang tinggi (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, n.d.).

Penerapan standar bangunan tahan gempa menjadi bagian penting dalam kebijakan teknis konstruksi untuk mengurangi risiko kerusakan dan keruntuhan akibat beban seismik (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Pada bangunan yang telah lama berdiri, khususnya yang dibangun sebelum diterapkannya standar konstruksi modern, diperlukan evaluasi kondisi eksisting sebelum menentukan kebutuhan retrofit atau perkuatan struktur.

Dalam kajian internasional, evaluasi seismik bangunan *masonry* tanpa tulangan atau Unreinforced Masonry (URM) mencakup berbagai metode penilaian kerentanan yang mempertimbangkan geometri, kualitas material, kontinuitas dinding, sambungan, dan kondisi eksisting bangunan (Calvi et al., 2006). Bothara dan Brzev (2011) juga menekankan bahwa kinerja bangunan *masonry* dipengaruhi oleh konfigurasi bangunan, ketebalan dan kelangsingan dinding, mutu konstruksi, serta keterikatan dinding dengan elemen lantai dan atap. Kajian tersebut relevan sebagai acuan konseptual bagi bangunan kolonial berbahan pasangan bata. Namun, karakteristik URM yang getas dan minim kemampuan deformasi tetap menjadi faktor kerentanan yang perlu diperhatikan.

Pada bangunan kolonial bersejarah, evaluasi ketahanan terhadap gempa memiliki tingkat kompleksitas yang lebih tinggi karena harus mempertimbangkan keseimbangan antara aspek keselamatan struktur dan pelestarian nilai budaya bangunan. Bernard Feilden (2003) menyatakan bahwa intervensi struktural pada bangunan bersejarah sebaiknya dilakukan secara terbatas dan bersifat reversibel agar keaslian nilai arsitektural bangunan tetap terjaga. Oleh sebab itu, pemahaman

yang mendalam terhadap karakteristik asli bangunan menjadi langkah penting sebelum menentukan metode konservasi maupun strategi perkuatan struktur yang sesuai.

2.2.1 Prinsip Ketahanan terhadap Gempa Berdasarkan SNI 1726:2019

Perencanaan bangunan tahan gempa di Indonesia mengacu pada standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (2019) melalui SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Standar tersebut menjadi pedoman utama dalam merancang bangunan agar mampu menahan pengaruh gaya gempa dan meminimalkan risiko kerusakan struktur. Secara umum, prinsip-prinsip dasar bangunan tahan gempa dalam SNI 1726:2019 meliputi beberapa aspek berikut.

- a. Keteraturan Denah dan Struktur: Bangunan dianjurkan memiliki bentuk denah yang sederhana, teratur, dan simetris untuk mengurangi kemungkinan terjadinya torsi atau perputaran bangunan yang berlebihan ketika gempa terjadi.
- b. Kontinuitas Sistem Struktur: Seluruh elemen struktur harus saling terhubung secara berkesinambungan mulai dari fondasi hingga atap agar gaya gempa dapat diteruskan dan disalurkan dengan baik menuju tanah.
- c. Kekakuan dan Kekuatan Struktur yang Memadai: Struktur bangunan harus dirancang dengan tingkat kekakuan dan kekuatan yang sesuai terhadap beban lateral berdasarkan tingkat risiko gempa pada lokasi bangunan tersebut berada.
- d. Daktilitas (Ductility): Struktur perlu memiliki kemampuan untuk mengalami deformasi inelastik tanpa mengalami kehilangan kekuatan secara tiba-tiba, sehingga bangunan tidak langsung runtuh saat menerima gaya gempa besar.
- e. Distribusi Massa yang Seimbang: Massa bangunan sebaiknya tersebar secara merata pada setiap bagian bangunan dan tidak terpusat pada satu sisi tertentu. Distribusi massa yang tidak seimbang dapat menimbulkan torsi, yaitu gaya putar yang menyebabkan bangunan bergerak tidak stabil saat gempa berlangsung.

- f. Pertimbangan Bukaannya pada Dinding Masonry: SNI 1726:2019 tidak menetapkan satu batas rasio bukaan arsitektural untuk seluruh bangunan. Oleh karena itu, evaluasi bukaan dalam penelitian ini didukung oleh literatur bangunan *masonry* yang menjelaskan bahwa ukuran, posisi, dan distribusi bukaan dapat memengaruhi kontinuitas bidang dinding serta konsentrasi tegangan di sekitarnya (FEMA 547, 2006; Bothara & Brzev, 2011).

2.2.2 Aspek Arsitektur Bangunan Kolonial sebagai Objek Analisis terhadap Prinsip Bangunan Tahan Gempa

Perlu ditegaskan sejak awal kedudukan SNI 1726:2019 dalam penelitian ini. SNI 1726:2019 pada dasarnya merupakan standar yang bersifat kuantitatif, memuat prosedur perhitungan gaya gempa serta persyaratan kapasitas struktur. Penelitian ini tidak mengambil prosedur perhitungan tersebut, melainkan hanya mengekstraksi prinsip-prinsip yang mendasarinya, yaitu keteraturan geometri, distribusi massa, dan kontinuitas jalur gaya, kemudian membacanya secara kualitatif melalui observasi visual. Referensi internasional FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), dan Bothara dan Brzev (2011) dipilih sebagai pelengkap karena ketiganya memuat pedoman evaluasi kerentanan bangunan *masonry* yang secara inheren dapat diterapkan tanpa gambar struktur atau pengujian material lengkap, sehingga sesuai dengan keterbatasan data pada objek penelitian ini.

Berdasarkan uraian karakteristik bangunan kolonial dan prinsip ketahanan gempa, kategori analisis penelitian ini disusun melalui sintesis beberapa rujukan. SNI 1726:2019 digunakan untuk membaca keteraturan horizontal dan vertikal, distribusi massa, serta kontinuitas jalur penyaluran gaya. FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), dan Bothara dan Brzev (2011) digunakan sebagai rujukan pendukung untuk aspek bangunan *masonry*, material dinding, bukaan, sambungan, dan potensi keruntuhan keluar bidang. Handinoto (2007) digunakan untuk memahami karakter arsitektur bangunan kolonial. Kerangka ini merupakan instrumen evaluasi konseptual-arsitektural dan tidak digunakan untuk menyatakan kepatuhan teknis bangunan terhadap SNI maupun untuk menghitung kapasitas struktur secara numerik.

Penyusunan keenam aspek tersebut dilakukan melalui tiga langkah sintesis. *Pertama*, diidentifikasi parameter arsitektural yang secara konsisten disebutkan dalam pedoman evaluasi kerentanan bangunan *masonry* sebagai faktor yang memengaruhi perilaku bangunan terhadap gempa, yaitu keteraturan geometri dan distribusi massa (SNI 1726:2019), kontinuitas sistem struktur (SNI 1726:2019; Calvi et al., 2006), karakteristik dan ketebalan material dinding (Bothara & Brzev, 2011), proporsi serta distribusi bukaan (FEMA 547, 2006; Bothara & Brzev, 2011), dan konfigurasi elemen atap (SNI 1726:2019; Bothara & Brzev, 2011). *Kedua*, dari parameter tersebut disaring aspek-aspek yang dapat diamati secara visual pada bangunan bersejarah tanpa memerlukan gambar struktur, pengujian material, maupun data teknis lengkap, mengingat keterbatasan data pada objek penelitian sebagaimana diuraikan pada Subbab 1.5. *Ketiga*, istilah setiap aspek disesuaikan dengan karakter arsitektur kolonial Belanda (Handinoto, 2007) agar relevan dengan objek penelitian. Melalui ketiga langkah tersebut diperoleh enam aspek arsitektur yang menjadi kategori analisis penelitian, yaitu bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Aspek Arsitektur sebagai Objek Evaluasi terhadap Prinsip Ketahanan Gempa

No	Aspek Arsitektur	Acuan Evaluasi Ketahanan Gempa	Hal yang Dianalisis pada SMAN 1 Banda Aceh	Indikator Penilaian	Metode
1	Bentuk dan Keteraturan Denah	Keteraturan horizontal dan potensi torsi (SNI 1726:2019)	Bentuk denah, simetri, dan keteraturan geometri	Bentuk umum dan simetri; keberadaan serta posisi tonjolan, lekukan, dan sudut dalam; keteraturan horizontal tidak ditetapkan secara formal tanpa pengukuran rasio	Observasi lapangan dan sketsa denah
2	Konfigurasi Massa	Keteraturan konfigurasi dan distribusi massa (SNI 1726:2019)	Jumlah massa dan hubungan antarbagian	Massa sederhana/kompak; hubungan antarbagian jelas; tidak terdapat pemisahan signifikan	Observasi lapangan
3	Sistem Struktur	Kontinuitas jalur gaya dan kerentanan <i>masonry</i> (SNI 1726:2019; Calvi et al., 2006)	Interpretasi sistem struktur dan kontinuitas elemen	Sistem dapat diinterpretasikan; kontinuitas visual; keberadaan elemen pengikat dicatat sebagai terverifikasi/tidak	Observasi, dokumentasi, dan perbandingan tipologi
4	Material Dinding	Geometri, kondisi material, dan stabilitas dinding <i>masonry</i> (Bothara & Brzev, 2011)	Jenis material, data ketebalan, dan kondisi visual	Pasangan bata masif; data ketebalan jelas sumbu; kondisi permukaan; jenis mortar dinyatakan terverifikasi/tidak	Observasi visual dan data sekunder

5	Proporsi dan Distribusi Bukaan	Kontinuitas dinding dan konsentrasi tegangan di sekitar bukaan (FEMA 547 (2006); Bothara & Brzev, 2011)	Ukuran, jumlah, posisi, dan distribusi bukaan	Rasio dihitung per fasad; distribusi; jarak dari sudut; lintel; tidak digunakan sebagai batas aman	Observasi, dokumentasi, dan pengukuran fasad
6	Sistem dan Konfigurasi Atap	Keteraturan geometri, massa atap, dan keterikatan antareleman (SNI 1726:2019; Bothara & Brzev, 2011)	Bentuk, konfigurasi, penutup, dan keterverifikasian rangka/sambungan	Bentuk relatif simetris; penutup diidentifikasi; rangka dan sambungan dinyatakan terverifikasi/tidak	Observasi visual dan dokumentasi

Sumber: Analisis peneliti berdasarkan SNI 1726:2019; FEMA 547 (2006); Calvi et al. (2006); Bothara dan Brzev (2011); Griffith et al. (2003); Sharif et al. (2007); dan Handinoto (2007).

Untuk memastikan bahwa setiap angka dan data terukur yang akan digunakan dalam analisis pada Bab IV memiliki dasar yang jelas dari prinsip ketahanan gempa, disusun skema penelusuran sumber yang menghubungkan prinsip ketahanan gempa, parameter atau rumus yang diturunkan dari prinsip tersebut, jenis data primer dan sekunder yang akan digunakan, hingga penerapannya pada objek penelitian, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.1. Skema ini disusun sebagai kerangka acuan sebelum data diperoleh dan dianalisis lebih lanjut pada Bab IV, sehingga angka-angka yang muncul pada bab tersebut memiliki landasan konseptual yang telah ditetapkan sejak tahap kajian pustaka. Angka-angka tersebut berfungsi sebagai data pendukung dalam kerangka evaluasi kualitatif-arsitektural, bukan sebagai dasar analisis statistik atau pendekatan kuantitatif.

Gambar 2.1 Skema Penelusuran Sumber Angka dan Data Pendukung pada Bab IV

Sumber: Analisis peneliti, 2026.



PENERAPAN PADA OBJEK PENELITIAN

Kedua parameter dihitung dan dianalisis pada bangunan SMAN 1 Banda Aceh
Angka dan hasil perhitungan disajikan secara rinci pada Bab IV



INTERPRETASI DALAM EVALUASI KETAHANAN GEMPA

Digunakan sebagai dasar kategori selaras secara konseptual, selaras sebagian, tidak selaras, atau tidak dapat diverifikasi (dibahas pada Bab IV dan Bab V)

2.3 Aspek Arsitektur terhadap Potensi Ketahanan Gempa

Aspek arsitektur merupakan bagian penting dalam evaluasi awal respons bangunan terhadap gempa. Bentuk bangunan, konfigurasi massa, material, bukaan, serta hubungan antareleman dapat memengaruhi distribusi gaya dan pola kerentanan bangunan, tetapi pengaruh aktualnya tetap harus diverifikasi melalui analisis struktur (SNI 1726:2019; Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011).

Secara umum, aspek arsitektur yang berpengaruh terhadap ketahanan terhadap gempa meliputi:

1. bentuk dan geometri bangunan: bangunan dengan denah sederhana dan simetris cenderung memiliki potensi ketahanan terhadap gempa yang lebih baik dibandingkan bangunan dengan bentuk yang sangat tidak beraturan;
2. sistem struktur: kolom, balok, dan dinding geser harus dirancang untuk menahan beban lateral;
3. material bangunan: karakteristik material seperti kuat tekan dan sifat daktilitas memengaruhi respons struktur;
4. jenis pondasi: berpengaruh terhadap periode alami bangunan dan amplifikasi gaya seismik;
5. detail sambungan: koneksi antar elemen struktural harus kuat dan daktil;
6. kekakuan dan distribusi massa: distribusi yang merata mengurangi efek torsi; serta
7. konfigurasi atap: berat dan bentuk atap berpengaruh terhadap pusat massa bangunan.

Meskipun berbagai aspek tersebut dapat memengaruhi respons bangunan terhadap gempa, penelitian ini tidak menganalisis seluruh aspek secara menyeluruh. Penelitian dibatasi pada enam aspek arsitektur yang telah ditetapkan dalam Tabel

2.1, yaitu bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa bangunan, sistem struktur, material dinding

ing, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap. Pembatasan ini dilakukan dengan mempertimbangkan tujuan penelitian, ketersediaan data, serta fokus kajian yang menitikberatkan pada karakteristik arsitektur bangunan kolonial SMAN 1 Banda Aceh dalam kaitannya dengan prinsip ketahanan terhadap gempa.

2.4 Studi Kasus SMAN 1 Banda Aceh

SMAN 1 Banda Aceh merupakan salah satu bangunan kolonial Belanda yang memiliki nilai sejarah penting di Kota Banda Aceh. Bangunan ini didirikan pada masa pemerintahan kolonial Belanda dan telah menjadi salah satu institusi pendidikan tertua di Provinsi Aceh. Kota Banda Aceh merupakan wilayah dengan bahaya gempa dan tsunami yang perlu diperhitungkan, sebagaimana ditunjukkan oleh dampak bencana 26 Desember 2004 (U.S. Geological Survey, 2024; Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).

Fungsi SMAN 1 Banda Aceh sebagai fasilitas pendidikan aktif menjadikan keberlanjutan fungsi dan keselamatan penggunaannya penting untuk diperhatikan. Penetapan kategori risiko bangunan secara formal memerlukan verifikasi fungsi, kapasitas pengguna, dan ketentuan yang relevan dalam SNI 1726:2019; penelitian ini tidak menetapkan kategori risiko tersebut. Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017, wilayah Banda Aceh berada pada kawasan dengan bahaya seismik yang perlu dipertimbangkan dalam evaluasi bangunan eksisting (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Kondisi ini memperkuat urgensi kajian awal terhadap bangunan kolonial yang masih digunakan.

Sebagai bangunan bergaya kolonial Belanda, dinding utama SMAN 1 Banda Aceh diperkirakan tersusun dari pasangan bata masif sebagaimana umum dijumpai pada tipologi bangunan sejenis. Pembahasan mengenai pengaruh ketebalan dinding terhadap perilaku seismik mengacu pada Bothara dan Brzev (2011), sedangkan data ketebalan dinding aktual pada objek penelitian diperoleh melalui observasi dan pengukuran lapangan yang disajikan pada Bab IV.

Sebagai pelengkap data historis mengenai kondisi kawasan bangunan pada periode sebelumnya, Gambar 2.3 menyajikan dokumentasi visual SMAN 1 Banda

Aceh yang diperoleh dari Leumiek (2016). Dokumentasi ini digunakan sebagai bukti pendukung kualitatif mengenai kondisi eksterior bangunan pada masa lampau dan bukan sebagai data penilaian teknis atau struktural.



Gambar 2.3 Dokumentasi Historis Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: H. Harun Keuchik Leumiek, Potret Sejarah Banda Aceh (2016), hlm. 186.

Berdasarkan Registrasi Cagar Budaya Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Aceh, gedung ini telah ditetapkan sebagai Cagar Budaya melalui Surat Keputusan Wali Kota Banda Aceh Nomor 634 Tahun 2022 tanggal 6 Desember 2022, dengan gaya arsitektur tercatat sebagai neoklasik Yunani (Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Aceh, 2022). Registrasi tersebut juga mencantumkan data dimensi bangunan, yaitu tinggi bangunan 8,5 m, pintu depan berukuran $2,55 \text{ m} \times 1,90 \text{ m}$, pintu dalam berukuran $2,55 \text{ m} \times 2,55 \text{ m}$, dan jendela berukuran $2 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$. Ukuran pintu depan pada data registrasi tersebut konsisten dengan hasil pengukuran langsung peneliti pada Subbab 4.2.5, sehingga data sekunder ini digunakan sebagai referensi silang yang memperkuat validitas data primer penelitian.

Riwayat penggunaan gedung turut tercatat dalam kajian komunitas pemerhati sejarah Aceh. Menurut catatan Aceh Heritage Community sebagaimana dilaporkan Fattah (2018), gedung ini pada masa kolonial dikenal sebagai Loji Prins Frederick, tempat berkumpul organisasi Freemasonry di Kutaraja, sebelum sebagian bangunannya dialihfungsikan menjadi Sekolah MULO (Meer Uitgebreid Lager Onderwijs) dan kemudian secara resmi difungsikan sebagai sekolah menengah pasca-kemerdekaan pada tahun 1946. Catatan tersebut turut menyebutkan bahwa gedung mengalami beberapa tahapan renovasi dan penambahan ruang setelah kemerdekaan, namun arsitektur lamanya tetap dipertahankan (Fattah, 2018). Sumber

ini melengkapi keterangan pada Subbab 1.1 mengenai keberlanjutan fungsi bangunan, sekaligus menjadi catatan bahwa riwayat penamaan dan periodisasi awal gedung ini masih memerlukan verifikasi lebih lanjut, karena sebagian sumber historis populer belum tentu konsisten satu sama lain.

2.5 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan berkaitan dengan tema bangunan kolonial, ketahanan gempa, dan pelestarian bangunan bersejarah. Penelitian ini memperkuat kajian dengan menambahkan referensi internasional yang relevan, khususnya dari studi evaluasi seismik bangunan *masonry* tanpa tulangan.

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Referensi/Judul Asli	Penulis	Metode/Pendekatan	Fokus atau Kontribusi Utama	Relevansi dengan Penelitian Ini
1	Perkembangan kota dan arsitektur kolonial Belanda di Surabaya 1870–1940	Handinoto (2007)	Kajian historis-deskriptif	Perkembangan dan karakter arsitektur kolonial dalam konteks kota dan iklim tropis.	Dasar memahami karakter dan tipologi arsitektur kolonial.
2	Behind the postcolonial: Architecture, urban space and political cultures in Indonesia	Kusno (2000)	Kajian teoretis dan historis	Hubungan arsitektur, ruang kota, dan budaya politik dalam konteks kolonial-pascakolonial.	Memberi konteks sejarah dan budaya bangunan kolonial.
3	Arsitektur Art Deco kolonial Kota Malang periode 1920–1938	Ramli et al. (2020)	Analisis tipologi arsitektur	Identifikasi karakter Art Deco kolonial dan adaptasinya dalam konteks lokal.	Pembandingan karakter visual bangunan kolonial di Indonesia.
4	Earthquake protection (2nd ed.)	Coburn & Spence (2002)	Buku kajian risiko dan perlindungan gempa	Konsep bahaya, kerentanan, risiko, dan perlindungan bangunan terhadap gempa.	Landasan umum evaluasi risiko gempa.
5	Earthquake resistant design in Indonesia: Past and present challenges	Boen (2006)	Kajian perkembangan praktik desain	Perkembangan dan tantangan desain tahan gempa di Indonesia.	Konteks penerapan prinsip tahan gempa pada bangunan di Indonesia.
6	Conservation of historic buildings	Feilden (2003)	Kajian konservasi bangunan	Prinsip diagnosis, intervensi minimum, dan pelestarian bangunan bersejarah.	Dasar penyusunan rekomendasi berbasis konservasi.
7	Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: A literature review	Plevoets & Van Cleempoel (2011)	Tinjauan literatur	Pemanfaatan kembali adaptif sebagai strategi pelestarian warisan budaya.	Mendukung keberlanjutan fungsi bangunan bersejarah.

No.	Referensi/Judul Asli	Penulis	Metode/Pendekatan	Fokus atau Kontribusi Utama	Relevansi dengan Penelitian Ini
8	Perilaku struktural rumah tradisional Joglo terhadap beban gempa	Prihatmaji (2007)	Kajian perilaku struktural	Mengkaji respons sistem struktur tradisional terhadap beban gempa.	Pembandingan pendekatan evaluasi bangunan lama terhadap gempa.
9	Development of seismic vulnerability assessment methodologies over the past 30 years	Calvi et al. (2006)	Tinjauan metodologi kerentanan seismik	Mengulas perkembangan metode empiris, analitis, dan hibrida untuk penilaian kerentanan.	Dasar konseptual penilaian kerentanan bangunan <i>masonry</i> .
10	A tutorial: Improving the seismic performance of stone masonry buildings	Bothara & Brzev (2011)	Tutorial teknis berbasis literatur dan kasus	Faktor kerentanan, mekanisme kerusakan, dan strategi peningkatan kinerja bangunan <i>masonry</i> .	Acuan aspek dinding, sambungan, geometri, dan kekuatan.
11	Identifikasi karakteristik arsitektur kolonial pada fasad Bank Indonesia, Pendopo Gubernur Aceh, dan SMAN 1 Kota Banda Aceh	Azis (2025)	Deskriptif kualitatif	Identifikasi karakter fasad kolonial pada tiga bangunan di Banda Aceh, termasuk SMAN 1.	Relevan langsung terhadap objek penelitian.
12	Colonial building design strategies for tropical climates: Case study at SMPN 1 Lhokseumawe	Rahmah et al. (2024)	Studi kasus kualitatif	Strategi adaptasi bangunan kolonial terhadap iklim tropis.	Pembandingan bangunan sekolah kolonial di Aceh.
13	Identifikasi karakteristik arsitektur kolonial pada Pendopo Bupati di Kabupaten Aceh Tamiang	Dewi et al. (2024)	Deskriptif kualitatif	Identifikasi elemen arsitektur kolonial pada bangunan bersejarah di Aceh Tamiang.	Pembandingan karakter bangunan kolonial di Aceh.

Sumber: Kompilasi peneliti, 2026

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dikaji, penelitian mengenai bangunan kolonial di Indonesia lebih banyak membahas sejarah perkembangan, tipologi, karakter visual, adaptasi iklim, dan pelestarian (Handinoto, 2007; Ramli et al., 2020; Azis, 2025; Rahmah et al., 2024; Dewi et al., 2024). Sementara itu, kajian mengenai ketahanan seismik bangunan *masonry* lebih banyak membahas metodologi penilaian kerentanan, mekanisme kerusakan, dan strategi peningkatan kinerja (Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011). Berdasarkan pemetaan tersebut, kajian yang menghubungkan karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda di Aceh dengan prinsip ketahanan gempa masih relatif terbatas. Penelitian ini mengisi celah

tersebut melalui evaluasi konseptual-arsitektural pada bangunan SMAN 1 Banda Aceh.

Kebaruan penelitian ini terletak pada:

- 1) penyusunan kerangka evaluasi kualitatif-arsitektural melalui sintesis SNI 1726:2019 dan literatur bangunan *masonry*;
- 2) penerapan kerangka tersebut pada bangunan kolonial Belanda yang masih digunakan sebagai fasilitas pendidikan di Aceh; dan
- 3) pengintegrasian pertimbangan ketahanan gempa dan pelestarian bangunan bersejarah dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan arsitektural sebagai dasar investigasi teknis lanjutan. Kerangka ini tidak menggantikan evaluasi struktural kuantitatif.

2.6 Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian ini disusun berdasarkan kajian teori mengenai karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda dan prinsip-prinsip ketahanan terhadap gempa bangunan. Penelitian berfokus pada identifikasi karakteristik arsitektur bangunan SMAN 1 Banda Aceh yang kemudian dievaluasi berdasarkan prinsip ketahanan terhadap gempa yang disusun melalui sintesis SNI 1726:2019, FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), Bothara dan Brzev (2011), serta referensi bangunan *masonry* bersejarah. Hasil evaluasi digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan arsitektural bangunan terhadap potensi ketahanan gempa sebagai dasar pertimbangan investigasi teknis dan pelestarian bangunan bersejarah lebih lanjut. Adapun kerangka konseptual penelitian ini disajikan pada Gambar 2.2

Gambar 2.2 Kerangka Konseptual Penelitian

Sumber: Analisis peneliti, 2026.



PROSES: ANALISIS EVALUATIF KUALITATIF

Acuan: SNI 1726:2019 + FEMA 547 (2006) + Calvi et al. (2006) + Bothara & Brzev (2011)

Metode: Observasi → Deskripsi → Interpretasi → Evaluasi Konseptual



OUTPUT: KEKUATAN, KELEMAHAN, DAN KETERBATASAN VERIFIKASI

Kategori: selaras secara konseptual, selaras sebagian, tidak selaras, atau tidak dapat diverifikasi



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih atas dasar tiga pertimbangan epistemologis dan praktis. Pertama, karakteristik arsitektur bangunan bersejarah bersifat kontekstual sehingga diperlukan interpretasi terhadap fungsi dan hubungan antareleman. Kedua, keterbatasan gambar teknis dan data material terukur belum memungkinkan pelaksanaan analisis struktural kuantitatif yang bertanggung jawab dalam penelitian ini. Ketiga, penelitian diarahkan untuk menghasilkan evaluasi konseptual awal sebagai dasar pertimbangan pelestarian dan investigasi teknis lanjutan.

Untuk menjaga konsistensi istilah, pendekatan penelitian ini selanjutnya disebut sebagai pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus tunggal, yang pada bagian-bagian selanjutnya juga diistilahkan secara ringkas sebagai pendekatan kualitatif-arsitektural karena berfokus pada evaluasi karakteristik arsitektural bangunan terhadap prinsip ketahanan gempa. Istilah "*analisis deskriptif-evaluatif dengan pendekatan kualitatif interpretatif*" yang digunakan pada Subbab 3.6 merujuk pada teknik analisis data yang diterapkan dalam kerangka pendekatan kualitatif deskriptif ini, bukan pendekatan penelitian yang berbeda atau tambahan unsur kuantitatif.

Creswell (2014) mendefinisikan penelitian kualitatif sebagai pendekatan untuk mengeksplorasi makna suatu fenomena melalui observasi, interpretasi, dan analisis kontekstual berbasis kondisi nyata di lapangan—selaras dengan proses evaluasi yang dibutuhkan penelitian ini. Metode studi kasus dipilih karena penelitian berfokus pada satu objek yang dikaji secara mendalam. Yin (2014) menegaskan bahwa studi kasus tepat digunakan ketika batas antara fenomena dan konteksnya tidak dapat ditarik secara tegas, seperti pada evaluasi bangunan bersejarah yang sangat spesifik pada lokasi, periode konstruksi, dan sistem bangunannya. Pendekatan ini juga sejalan dengan praktik evaluasi bangunan *masonry* bersejarah dalam literatur internasional yang menggabungkan observasi visual dengan

penilaian deskriptif-evaluatif (Bothara & Brzev, 2011; Feilden, 2003), mengingat keterbatasan data teknis yang lazim dijumpai pada bangunan *heritage*.

3.2 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Berdasarkan Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017, wilayah Banda Aceh berada pada kawasan dengan bahaya seismik yang perlu diperhitungkan dalam perencanaan dan evaluasi bangunan (Pusat Studi Gempa Nasional, 2017). Kondisi tersebut menjadikan Banda Aceh relevan sebagai lokasi kajian awal ketahanan bangunan bersejarah terhadap gempa.

Objek penelitian ditetapkan mengacu pada tiga kriteria kelayakan objek studi kasus sebagaimana diuraikan pada Subbab 1.1, yaitu kejelasan unit analisis, ketersediaan bukti empiris, dan kontribusi terhadap kesenjangan pengetahuan. Berdasarkan ketiga kriteria tersebut, objek penelitian yang dipilih memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Merupakan bangunan tunggal dengan fungsi yang konsisten sejak awal berdiri, sehingga unit analisis arsitekturalnya dapat diamati sebagai satu kesatuan yang utuh.
2. Memiliki riwayat keterpaparan gempa dan tsunami yang terdokumentasi, sebagai bukti empiris atas fenomena ketahanan yang dikaji.
3. Belum menjadi fokus kajian mendalam mengenai keterkaitan arsitektur dan ketahanan gempa dalam literatur terdahulu.
4. Terletak di wilayah dengan tingkat kerawanan gempa yang tinggi.
5. Memiliki akses observasi lapangan dan dokumentasi yang memadai untuk mendukung tujuan penelitian.

Kompleks SMAN 1 Banda Aceh terdiri atas beberapa unit bangunan yang dibangun pada periode berbeda. Penelitian ini secara khusus difokuskan pada gedung utama peninggalan kolonial Belanda yang berdiri sejak tahun 1878 sebagaimana diuraikan pada Subbab 1.1, dengan penekanan pada fasad depan dan elemen struktural gedung tersebut. Unit bangunan tambahan yang dibangun pada periode setelahnya tidak menjadi objek analisis penelitian ini.

3.3 Fokus dan Kategori Analisis

Kategori analisis dalam penelitian ini terdiri dari dua komponen utama, yaitu aspek arsitektur bangunan sebagai kategori analisis utama, dan prinsip bangunan tahan gempa yang disusun berdasarkan sintesis SNI 1726:2019, FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), serta Bothara dan Brzev (2011) sebagai acuan evaluasi.

3.3.1 Aspek Arsitektur (Kategori Analisis Utama)

Aspek arsitektur yang menjadi fokus analisis meliputi:

1. bentuk dan keteraturan denah bangunan;
2. konfigurasi massa;
3. sistem struktur;
4. jenis dan ketebalan material dinding;
5. proporsi, ukuran, jumlah, dan distribusi pintu serta jendela;
6. sistem dan bentuk atap. Selain keenam aspek tersebut, kondisi fisik eksisting bangunan juga dicatat sebagai data pendukung hasil observasi lapangan.

Istilah "relatif" yang digunakan pada deskripsi hasil observasi di Bab IV (misalnya "relatif simetris" atau "relatif teratur") merujuk pada kondisi yang secara visual mendekati simetri atau keteraturan formal namun belum diukur dengan toleransi deviasi tertentu, sehingga belum dapat dinyatakan memenuhi kriteria keteraturan formal berdasarkan SNI 1726:2019. Penggunaan istilah ini konsisten dengan sifat penelitian yang bersifat konseptual-arsitektural sebagaimana diuraikan pada Subbab 1.5.

3.3.2 Prinsip Ketahanan terhadap Gempa (Acuan Evaluasi)

Kategori pembandingan dalam penelitian ini disusun berdasarkan sintesis prinsip-prinsip bangunan tahan gempa yang berasal dari beberapa sumber literatur. SNI 1726:2019 digunakan sebagai acuan utama terkait prinsip keteraturan bangunan, distribusi massa, dan kontinuitas sistem struktur terhadap pengaruh gempa. Sementara itu, aspek material dinding, proporsi bukaan, sistem *masonry*, dan karakteristik bangunan bersejarah mengacu pada literatur evaluasi seismik bangunan *masonry* seperti Calvi et al. (2006), Bothara dan Brzev (2011), serta

FEMA 547 (2006). Sintesis tersebut digunakan sebagai dasar penyusunan indikator evaluasi yang diterapkan dalam penelitian ini. Sebagaimana telah ditegaskan pada Subbab 1.1, penggunaan SNI 1726:2019 dalam penelitian ini dibatasi hanya sebatas definisi kriteria ketidakberaturan geometri denah dan massa secara konseptual; prosedur perhitungan pembebanan gempa dan persyaratan kapasitas struktur yang termuat dalam standar tersebut tidak diterapkan maupun dihitung dalam penelitian ini.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Observasi dilakukan secara non-destruktif sehingga tidak melibatkan pembongkaran elemen bangunan maupun pengujian laboratorium terhadap material.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga teknik yang saling melengkapi, yaitu:

1. Observasi Lapangan: Pengamatan, pencatatan, dan pengukuran elemen-elemen arsitektur bangunan secara sistematis menggunakan lembar observasi, termasuk pengamatan terhadap tanda-tanda kerusakan atau degradasi material.
2. Dokumentasi: Pengambilan foto bangunan dari berbagai sudut pandang, pendokumentasian detail elemen arsitektur, pencatatan kondisi fisik, dan pengukuran elemen yang dapat diakses seperti dimensi bukaan dan fasad. Ketebalan dinding diukur secara langsung oleh peneliti pada dua titik pengamatan yang dapat diakses, yaitu kusen pintu dan kusen jendela; hasil pengukuran tersebut disajikan pada Bab IV.
3. Studi Literatur: Kajian teori karakteristik arsitektur bangunan kolonial, standar SNI 1726:2019, referensi internasional (Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011), penelitian terdahulu, serta literatur pelestarian bangunan kolonial.

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berupa lembar observasi arsitektur bangunan yang disusun melalui sintesis:

1. SNI 1726:2019 untuk prinsip keteraturan bangunan, distribusi massa, dan kontinuitas jalur gaya;

2. FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), serta Bothara dan Brzev (2011) untuk karakteristik dan kerentanan bangunan *masonry*; serta
3. Handinoto (2007) untuk karakteristik arsitektur kolonial Belanda. Instrumen ini digunakan untuk menilai keselarasan konseptual karakteristik bangunan dengan prinsip ketahanan gempa, bukan untuk menyatakan kepatuhan teknis terhadap SNI atau menghitung kapasitas struktur.



Tabel 3.1 Instrumen Observasi Penelitian

Kode	Aspek Pengamatan	Bagian yang Diamati	Indikator Operasional	Teknik dan Bukti Data	Acuan Evaluasi
A1	Bentuk dan keteraturan denah	Denah bangunan utama; bentuk, simetri, dan keteraturan geometri.	Bentuk umum dan simetri dicatat; tonjolan, lekukan, serta sudut dalam diidentifikasi dan diukur sejauh data memungkinkan; klasifikasi formal tidak diberikan tanpa parameter SNI.	Observasi dan analisis denah. Bukti: denah terukur, overlay geometri, dan sumbu simetri.	SNI 1726:2019
A2	Konfigurasi massa	Massa utama, massa pendukung, dan hubungan antarbagian.	Massa relatif kompak; hubungan antarbagian jelas; tidak terdapat fragmentasi/pemisahan massa yang signifikan.	Observasi dan pemodelan massa. Bukti: diagram massa utama dan pendukung.	SNI 1726:2019
A3	Sistem struktur	Dinding, kolom yang tampak, kontinuitas elemen, dan keterverifikasian sambungan.	Dominasi elemen pemikul diinterpretasikan; kontinuitas visual dicatat; elemen pengikat/tulangan tersembunyi dinyatakan terverifikasi atau tidak.	Observasi, dokumentasi, dan perbandingan tipologi. Bukti: foto dinding dan denah posisi kolom.	SNI 1726:2019; Calvi et al. (2006); Bothara & Brzev (2011)
A4	Material dinding	Jenis pasangan bata, kondisi permukaan, dan sumber data ketebalan.	Pasangan bata masif; degradasi permukaan dicatat; jenis mortar dinyatakan terverifikasi/tidak; ketebalan dinding diukur langsung oleh peneliti pada titik yang dapat diakses.	Observasi visual dan pengukuran langsung. Bukti: foto kondisi dinding dan degradasi; hasil pengukuran ketebalan dinding oleh peneliti.	Bothara & Brzev (2011); Griffith et al. (2003); Sharif et al. (2007)
A5	Proporsi dan distribusi bukaan	Ukuran, jumlah, posisi, distribusi pintu/jendela, dan keberadaan lintel.	Rasio dihitung pada fasad yang diukur; distribusi dan jarak dari sudut dicatat; rasio tidak diperlakukan sebagai batas aman.	Dokumentasi dan pengukuran fasad. Bukti: fasad bertanda, dimensi, jumlah bukaan, dan perhitungan rasio.	FEMA 547 (2006); Bothara & Brzev (2011)
A6	Sistem dan konfigurasi atap	Bentuk, simetri, material penutup, serta keterverifikasian rangka dan sambungan.	Bentuk atap dan material penutup diidentifikasi; rangka dan sambungan dinyatakan terverifikasi atau tidak.	Observasi visual dan dokumentasi historis/eksisting. Bukti: foto perubahan material penutup atap.	SNI 1726:2019; Bothara & Brzev (2011)

Sumber: Analisis peneliti berdasarkan SNI 1726:2019; FEMA 547 (2006); Calvi et al. (2006); Bothara dan Brzev (2011); Griffith et al. (2003); Sharif et al. (2007); dan Handi-

A R n o t o (2007). R Y

Tabel 3.1 mengoperasionalkan enam aspek pengamatan dengan kode A1-A6. Setiap kode memuat bagian bangunan yang diamati, indikator operasional, teknik pengumpulan data, bukti yang dihasilkan, dan acuan evaluasi. Tabel pada Bab III merupakan instrumen penelitian atau pedoman sebelum data dianalisis. Kode yang sama diterapkan pada Tabel 4.2 di Bab IV untuk menyajikan bukti visual, hasil observasi, dan kategori evaluasi. Dengan demikian, instrumen ini berfungsi sebagai kerangka acuan yang konsisten sejak tahap pengumpulan data di lapangan hingga tahap penyajian dan evaluasi hasil, sehingga setiap temuan pada Bab IV dapat ditelusuri kembali ke indikator dan acuan evaluasi yang telah ditetapkan sejak awal penelitian.

3.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif-evaluatif dengan pendekatan kualitatif interpretatif. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik arsitektur bangunan kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh dan menilai keselarasan konseptualnya dengan prinsip ketahanan gempa yang disusun melalui sintesis SNI 1726:2019 dan literatur bangunan *masonry*.

Penilaian dilakukan secara konseptual berdasarkan hasil observasi lapangan, pengukuran, dokumentasi visual, dan studi literatur. Penelitian ini tidak melakukan perhitungan kapasitas struktur maupun simulasi respons gempa, sehingga hasil evaluasi tidak dimaksudkan sebagai penilaian kinerja struktur secara kuantitatif.

Penentuan keempat kategori berikut didasarkan pada indikator operasional kualitatif yang telah disusun untuk setiap aspek arsitektur pada Tabel 3.1 (kolom Indikator Operasional). Setiap aspek dievaluasi menggunakan dua hingga empat indikator operasional yang bersifat deskriptif-observasional (misalnya keberadaan tonjolan/lekukan pada denah, status keterverifikasian elemen pengikat, atau kejelasan hubungan antarmassa), bukan indikator berskala numerik. Kategori keselarasan ditentukan dengan membandingkan proporsi indikator yang mendukung (sejalan dengan acuan evaluasi) terhadap indikator yang menjadi keterbatasan (bertentangan atau belum dapat dipastikan) pada setiap aspek, sebagaimana dirinci pada keempat kategori berikut.

Kategori evaluasi yang digunakan terdiri atas empat tingkat, yaitu:

- a. Selaras secara konseptual: Sebagian besar indikator yang dapat diamati menunjukkan karakteristik yang sejalan dengan acuan evaluasi dan tidak ditemukan kondisi visual yang secara langsung bertentangan dengan prinsip yang dinilai.
- b. Selaras sebagian: Sebagian indikator menunjukkan karakteristik yang mendukung, tetapi terdapat indikator lain yang menjadi keterbatasan, kerentanan, atau belum dapat dipastikan.
- c. Tidak selaras: Sebagian besar indikator yang dapat diamati menunjukkan kondisi yang bertentangan dengan acuan evaluasi atau memperlihatkan kerentanan yang dominan.
- d. Tidak dapat diverifikasi: Data visual, dokumen, atau akses terhadap elemen tidak memadai untuk menetapkan kategori secara bertanggung jawab. Penetapan kategori didasarkan pada dominasi indikator yang dapat diamati dan selalu disertai uraian keterbatasan; penelitian ini tidak menggunakan skor numerik.

Untuk menghindari kesan subjektif, penetapan kategori pada setiap aspek dilakukan melalui tiga langkah yang konsisten dan dapat ditelusuri. Pertama, setiap indikator operasional pada Tabel 3.1 dinilai secara individual berdasarkan hasil observasi, pengukuran terbatas, dan dokumentasi visual, kemudian diberi status "mendukung", "membatasi/belum dapat dipastikan", atau "bertentangan" terhadap acuan evaluasi. Kedua, status seluruh indikator pada satu aspek direkapitulasi untuk melihat proporsi status yang dominan di antara ketiga status tersebut. Ketiga, proporsi dominan tersebut dicocokkan dengan definisi keempat kategori di atas untuk menetapkan kategori akhir aspek yang bersangkutan. Ketiga langkah ini didokumentasikan secara eksplisit untuk setiap aspek pada Bab IV (Tabel 4.2), sehingga dasar penetapan kategori dapat ditelusuri kembali ke indikator dan bukti data yang mendasarinya, bukan berdasarkan penilaian intuitif peneliti semata.

Istilah deskriptif seperti "relatif simetris", "relatif teratur", atau "relatif sederhana" yang digunakan pada Bab IV merupakan penanda kualitatif hasil pengamatan visual dan pengukuran terbatas terhadap suatu karakteristik dibandingkan kondisi yang jauh lebih tidak teratur, bukan hasil perhitungan rasio baku atau

pemenuhan ambang batas kuantitatif tertentu dalam SNI 1726:2019. Kepastian derajat keteraturan, simetri, atau kesederhanaan suatu elemen secara formal tetap memerlukan pengukuran dan analisis teknis lebih lanjut sebagaimana disebutkan pada setiap subbab terkait.

Tahapan analisis data dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. Reduksi Data: Menyeleksi dan mengelompokkan data hasil observasi, pengukuran, dan dokumentasi berdasarkan enam kategori analisis penelitian.
2. Penyajian Data: Menyusun data dalam bentuk uraian deskriptif, tabel, gambar hasil pengukuran, dan dokumentasi visual.
3. Identifikasi Karakteristik Arsitektur: Mengidentifikasi bentuk dan keteraturan denah, konfigurasi massa, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap.
4. Analisis dan Interpretasi Arsitektural: Menganalisis karakteristik setiap aspek berdasarkan hasil observasi lapangan dan membandingkannya dengan tipologi bangunan kolonial Belanda serta referensi bangunan *masonry* kolonial.
5. Evaluasi terhadap Prinsip Bangunan Tahan Gempa: Mengevaluasi setiap aspek arsitektur menggunakan indikator yang telah disusun berdasarkan sintesis SNI 1726:2019, Calvi et al. (2006), Bothara dan Brzev (2011), FEMA 547 (2006), serta literatur bangunan kolonial yang relevan.
6. Penarikan Kesimpulan: Menyusun kesimpulan penelitian berdasarkan hasil evaluasi keselarasan konseptual serta identifikasi kekuatan dan kelemahan arsitektural bangunan kolonial terhadap prinsip ketahanan gempa.

Sebagai ilustrasi penerapan keenam tahapan tersebut, pada aspek sistem struktur, data hasil observasi dan pengukuran lapangan (reduksi data) disajikan dalam bentuk deskripsi kondisi dinding dan kolom disertai dokumentasi visual (penyajian data). Kondisi tersebut kemudian diidentifikasi bentuk dan karakteristiknya (identifikasi karakteristik arsitektur), dibandingkan dengan tipologi struktur bangunan kolonial Belanda dari literatur (analisis dan interpretasi arsitektural), dievaluasi tingkat keselarasannya terhadap prinsip kontinuitas jalur gaya dalam SNI 1726:2019 (evaluasi terhadap prinsip bangunan tahan gempa), dan akhirnya dirumuskan menjadi pernyataan kesimpulan mengenai potensi serta keterbatasan aspek

tersebut (penarikan kesimpulan). Tahapan yang sama diterapkan secara konsisten pada kelima aspek arsitektur lainnya.

3.7 Keabsahan Data

Untuk memastikan keabsahan dan validitas data penelitian, digunakan teknik triangulasi melalui tiga cara:

1. Triangulasi Sumber: Membandingkan data hasil observasi lapangan dengan informasi dari studi literatur dan dokumen terkait bangunan SMAN 1 Banda Aceh.
2. Triangulasi Metode: Membandingkan data dari observasi langsung dengan data dokumentasi foto dan hasil pengukuran untuk memastikan konsistensi temuan.
3. Triangulasi Teori: Menginterpretasikan temuan lapangan berdasarkan lebih dari satu kerangka teori, yakni teori arsitektur kolonial, prinsip SNI 1726:2019, dan referensi internasional (Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011).

3.8 Tahapan Penelitian

1. Studi Literatur dan Penyusunan Kerangka Konseptual: Melakukan kajian terhadap literatur yang relevan mengenai arsitektur kolonial Belanda, prinsip ketahanan gempa, dan penelitian terdahulu baik nasional maupun internasional.
2. Penentuan Objek dan Persiapan Penelitian: Menetapkan objek penelitian yaitu bangunan SMAN 1 Banda Aceh, serta menyiapkan seluruh peralatan observasi, lembar instrumen, dan perlengkapan dokumentasi.
3. Observasi dan Dokumentasi Lapangan: Melakukan kunjungan langsung ke objek penelitian untuk mengamati, mencatat, dan mendokumentasikan kondisi fisik serta karakteristik arsitektur bangunan secara sistematis.
4. Identifikasi dan Klasifikasi Elemen Arsitektur: Mengolah data hasil observasi lapangan dan dokumentasi untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasi karakteristik arsitektur bangunan sesuai enam kategori analisis.

5. Evaluasi terhadap Prinsip Ketahanan Gempa: Menilai setiap elemen arsitektur menggunakan indikator pada Tabel 3.1 dengan empat kategori evaluasi, yaitu selaras secara konseptual, selaras sebagian, tidak selaras, dan tidak dapat diverifikasi.
6. Interpretasi dan Evaluasi Data: Menafsirkan hasil perbandingan untuk mengidentifikasi aspek arsitektur yang menjadi kekuatan maupun kelemahan bangunan.
7. Penyusunan Laporan Akhir: Menyusun laporan penelitian secara sistematis yang mencakup seluruh tahapan penelitian, temuan, analisis, dan kesimpulan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan proses analisis potensi ketahanan gempa bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh secara bertahap. Tahap pertama adalah identifikasi, yaitu pemaparan temuan lapangan mengenai karakteristik arsitektur bangunan secara deskriptif berdasarkan observasi, pengukuran, dan dokumentasi visual, tanpa penilaian terhadap prinsip ketahanan gempa (Subbab 4.2). Tahap kedua adalah analisis, yaitu evaluasi temuan tersebut terhadap prinsip ketahanan gempa yang disintesis dari SNI 1726:2019 dan literatur bangunan *masonry*, sehingga diperoleh kategori tingkat keselarasan konseptual (Subbab 4.3). Dengan demikian, istilah “analisis” pada judul penelitian mencakup keseluruhan proses ini, mulai dari identifikasi karakteristik arsitektur hingga evaluasi keselarasannya terhadap prinsip ketahanan gempa, sebagaimana dirumuskan pada ketiga rumusan masalah penelitian (Subbab 1.2).

4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

SMAN 1 Banda Aceh merupakan salah satu sekolah menengah atas bersejarah di Provinsi Aceh. Berdasarkan sumber sejarah sekolah dan literatur terkait, gedung utama telah ada sejak tahun 1878 dan kemudian difungsikan sebagai SMA Negeri 1 Banda Aceh sejak 1 September 1946 (Rahmadhana, 2020; SMA Negeri 1 Banda Aceh, n.d.). Bangunan ini memperlihatkan karakter arsitektur kolonial Belanda yang beradaptasi dengan iklim tropis. Secara administratif, objek penelitian terletak di Jalan Prof. A. Majid Ibrahim, Kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, sebagaimana tercatat dalam data pokok kependidikan nasional dan Registrasi Cagar Budaya Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Aceh (Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, n.d.; Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Aceh, 2022).

Pada peristiwa gempa bumi dan tsunami 26 Desember 2004, kawasan Banda Aceh mengalami kerusakan masif. Gedung SMAN 1 Banda Aceh tetap berdiri dan kembali difungsikan setelah bencana tersebut (Bank Indonesia Institute, 2021). Keberlangsungan bangunan menjadi alasan penting untuk melakukan evaluasi awal terhadap karakteristik arsitekturnya. Penelitian ini tidak menyimpulkan

bahwa keberlangsungan tersebut semata-mata disebabkan oleh karakteristik arsitektur karena faktor tapak, karakteristik tanah, intensitas guncangan, dan riwayat intervensi bangunan tidak dianalisis secara menyeluruh.

Objek penelitian adalah bangunan utama atau gedung induk dalam kompleks SMAN 1 Banda Aceh. Bangunan ini terdiri atas satu lantai, didominasi dinding pasangan bata masif, dan memiliki atap pelana dengan penutup seng hasil renovasi. Sistem struktur diinterpretasikan sebagai dinding pemikul beban berdasarkan observasi visual dan perbandingan tipologi; kondisi pondasi, keberadaan tulangan atau elemen pengikat tersembunyi, serta material rangka atap tidak diverifikasi secara langsung.



Gambar 4.1 Tampak Depan Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.



Gambar 4.2 Tampak Belakang Bangunan SMAN 1 Banda Aceh



Gambar 4.3 Tampak Kiri



Gambar 4.4 Tampak Kanan

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.

Sumber Gambar 4.3 dan Gambar 4.4: Dokumentasi peneliti, 2026.

Sebagai penguat keterangan pada Subbab 4.1 mengenai keberlangsungan bangunan setelah peristiwa gempa dan tsunami Aceh tahun 2004, Gambar 4.4a menyajikan dokumentasi visual kondisi kawasan SMAN 1 Banda Aceh yang diambil tidak lama setelah bencana tersebut. Dokumentasi ini digunakan sebagai bukti pendukung kualitatif mengenai kondisi bangunan pascabencana dan bukan sebagai data penilaian kerusakan struktural.



Gambar 4.4a Kondisi Kawasan SMAN 1 Banda Aceh Pascatsunami 2004

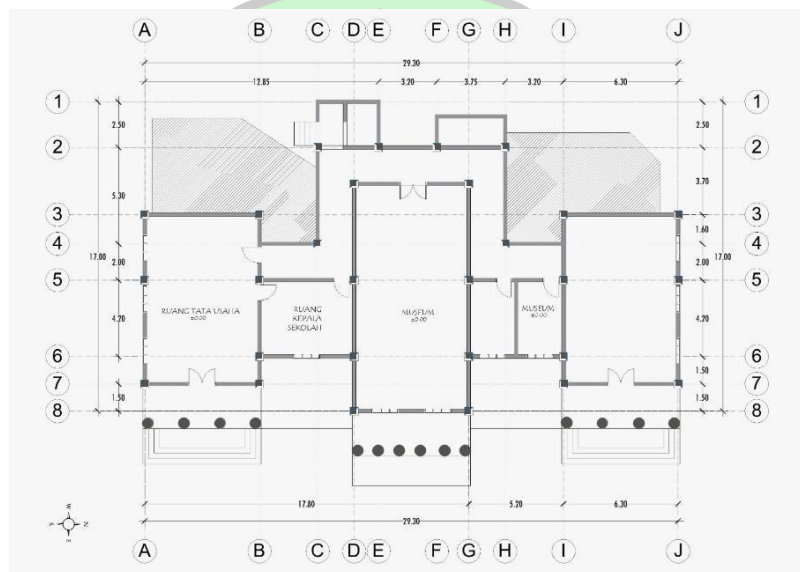
Sumber: Dok. Muhyiddin, S.Pd., www.sman1bandaaceh.net, diambil 5 Januari 2005.

4.2 Temuan Lapangan: Karakteristik Arsitektur Bangunan Kolonial SMAN 1 Banda Aceh

Berdasarkan observasi lapangan dan dokumentasi yang dilakukan, berikut diuraikan temuan terhadap enam aspek arsitektur yang menjadi kategori analisis penelitian ini.

4.2.1 Bentuk dan Keteraturan Denah

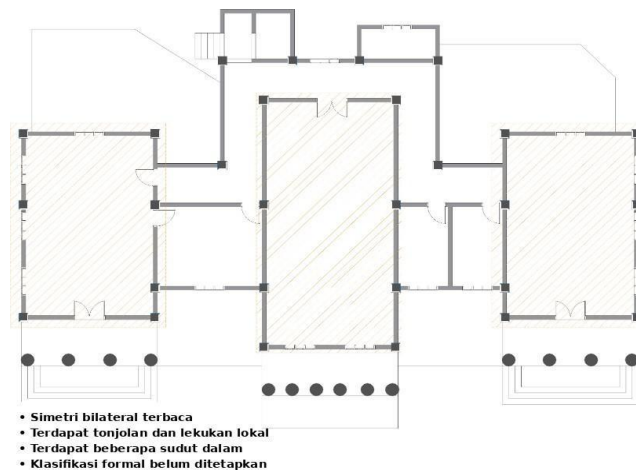
Bangunan utama SMAN 1 Banda Aceh memiliki susunan denah yang secara umum memanjang pada arah timur–barat dan memperlihatkan simetri bilateral terhadap sumbu tengah. Massa utama berada di bagian tengah dan diapit oleh ruang-ruang pendukung pada kedua sisi. Namun, garis luar denah bukan persegi panjang murni karena terdapat tonjolan dan lekukan lokal pada beberapa bagian depan maupun belakang bangunan.



Gambar 4.5 Denah Terukur Bangunan Utama SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Data lapangan dan analisis peneliti, 2026.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa bentuk keseluruhan bangunan tidak membentuk pola L, U, atau T secara dominan. Meskipun demikian, terdapat beberapa sudut dalam (re-entrant corner) yang terbentuk oleh pertemuan massa utama dengan bagian-bagian yang menonjol atau menjorok. Karena dimensi tonjolan, lekukan, dan rasio ketidakberaturan belum diukur secara khusus, penelitian ini tidak menetapkan klasifikasi keteraturan horizontal secara formal berdasarkan SNI 1726:2019.



Gambar 4.6 Analisis Keteraturan Geometri Denah Bangunan

Sumber: Analisis peneliti, 2026.

Berdasarkan identifikasi geometri pada Gambar 4.6, komposisi utama denah masih terbaca terorganisasi dan relatif seimbang terhadap sumbu tengah. Akan tetapi, tonjolan, lekukan, dan sudut dalam lokal tetap dicatat sebagai variasi geometri yang dapat memengaruhi distribusi gaya pada bagian tertentu dan memerlukan verifikasi melalui analisis struktur.



Gambar 4.7 Analisis Kesimetrian Denah Bangunan Utama SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Analisis peneliti, 2026.

Gambar 4.7 memperlihatkan hasil analisis kesimetrian denah yang menunjukkan adanya sumbu yang membagi bangunan menjadi dua bagian yang relatif seimbang. Susunan ruang, posisi bukaan, dan komposisi massa pada kedua sisi sumbu memperlihatkan pola yang serupa. Temuan ini mendukung adanya simetri

bilateral, tetapi tidak dengan sendirinya membuktikan keteraturan struktur atau kecilnya respons torsi.

Secara keseluruhan, denah bangunan memiliki simetri bilateral yang cukup jelas, tetapi juga memperlihatkan variasi geometri lokal. Oleh karena itu, aspek bentuk dan keteraturan denah dinilai selaras sebagian pada tahap evaluasi konseptual dan masih memerlukan pengukuran serta analisis teknis untuk menentukan ketidakberaturan horizontal secara formal.

4.2.2 Konfigurasi Massa Bangunan

Konfigurasi massa bangunan SMAN 1 Banda Aceh secara umum tersusun atas satu massa utama yang berada pada bagian tengah bangunan dan diapit oleh dua massa pendukung pada sisi kiri dan kanan. Meskipun secara fungsional bangunan terdiri atas beberapa bagian ruang, keseluruhan massa bangunan tetap terhubung dalam satu kesatuan bangunan dan tidak terpisah menjadi beberapa blok yang berdiri sendiri.



Gambar 4.8 Analisis Konfigurasi Massa Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Analisis peneliti, 2026.

Berdasarkan hasil identifikasi konfigurasi massa pada Gambar 4.8, komposisi massa bangunan menunjukkan susunan yang relatif simetris terhadap sumbu utama bangunan. Massa utama memiliki ukuran dan dominasi visual yang lebih besar dibandingkan massa di sekitarnya sehingga berperan sebagai pusat orientasi

bangunan. Sementara itu, massa pada sisi kiri dan kanan berfungsi sebagai massa pendukung yang membentuk komposisi bangunan secara keseluruhan.

Hasil observasi menunjukkan bahwa bangunan memiliki konfigurasi massa yang relatif kompak dan tersusun dalam satu kesatuan bentuk bangunan. Tidak ditemukan pemisahan massa yang signifikan maupun perubahan geometri yang mencolok pada komposisi massa bangunan. Secara visual, hubungan antarbagian bangunan masih menunjukkan keterpaduan bentuk yang relatif baik.

Pada beberapa bagian bangunan terdapat penambahan ruang yang dibangun pada periode yang berbeda dari bangunan utama. Meskipun secara visual masih menyatu dengan bangunan eksisting, keberadaan elemen tambahan tersebut menunjukkan adanya perkembangan bangunan dari waktu ke waktu yang membedakannya dari bentuk asli bangunan kolonial.

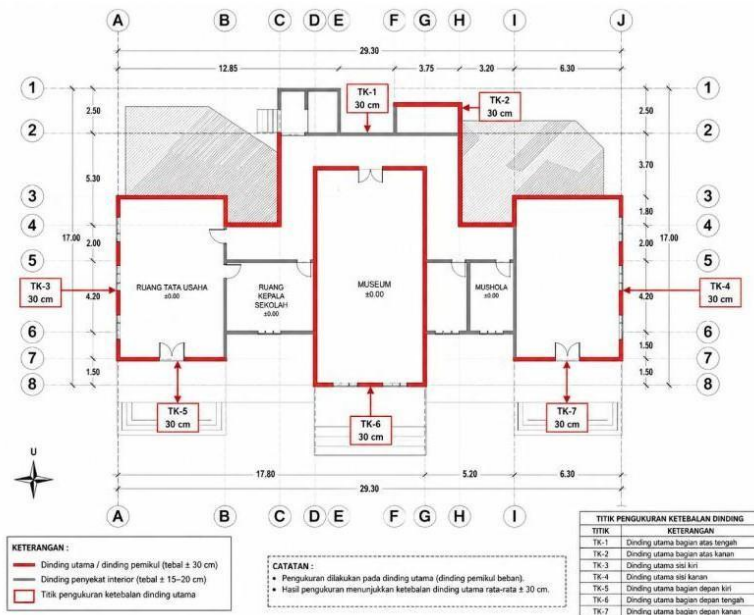
Secara keseluruhan, konfigurasi massa bangunan SMAN 1 Banda Aceh dapat dikategorikan sebagai konfigurasi massa yang relatif sederhana, kompak, dan simetris. Karakteristik tersebut selanjutnya menjadi dasar untuk dilakukan analisis terhadap prinsip bangunan tahan gempa pada Subbab 4.3.2.

4.2.3 Sistem Struktur

Analisis sistem struktur Bangunan SMAN 1 Banda Aceh dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan dan perbandingan dengan tipologi bangunan kolonial Belanda. Pendekatan ini digunakan karena tidak tersedianya gambar struktur maupun dokumen konstruksi asli bangunan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sistem struktur secara langsung.

Berdasarkan hasil pengukuran langsung pada dua titik yang dapat diakses, yaitu pada kusen pintu dan kusen jendela, ketebalan dinding bangunan berkisar sekitar ± 30 cm. Pengukuran dilakukan pada kedalaman bukaan sebagai pendekatan terhadap ketebalan dinding eksisting tanpa melakukan pembongkaran konstruksi. Hasil pengukuran tersebut masih berada dalam kisaran karakteristik umum dinding pasangan bata pada bangunan kolonial yang umumnya memiliki ketebalan sekitar ± 30 – 60 cm (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020). Observasi lapangan menunjukkan pasangan bata masif yang membentuk bidang dinding menerus pada sebagian besar bangunan. Karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa dinding berpotensi berfungsi tidak hanya sebagai pembatas ruang, tetapi juga sebagai bagian dari sistem

pemikul beban. Interpretasi ini tetap memerlukan verifikasi melalui gambar struktur atau investigasi teknis.

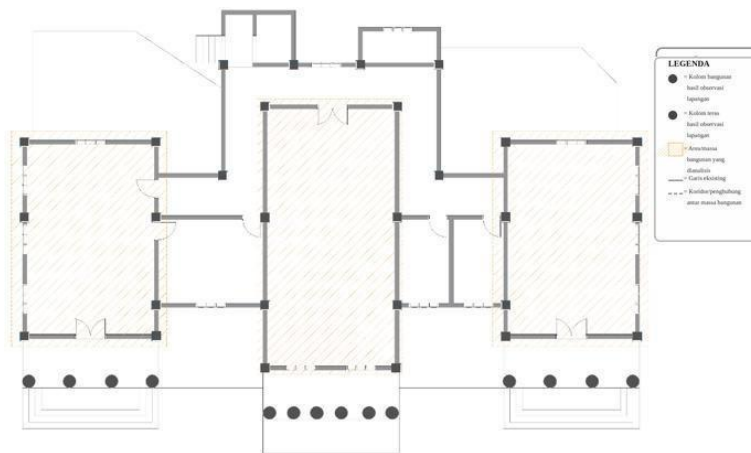


Gambar 4.9 Kondisi Dinding Utama Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.

Gambar 4.9 memperlihatkan bidang dinding pasangan bata masif yang menerus pada sebagian besar bangunan. Ketebalan dinding sekitar ± 30 cm diperoleh melalui pengukuran langsung pada bagian kusen pintu dan kusen jendela. Dokumentasi lapangan digunakan untuk mengidentifikasi kondisi visual pasangan bata masif yang mendukung interpretasi sistem bangunan. Hasil pengukuran tersebut masih berada dalam kisaran karakteristik umum dinding bangunan kolonial menurut literatur (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020). Temuan tersebut mendukung interpretasi awal bahwa dinding berperan penting dalam sistem bangunan, tetapi tidak cukup untuk membuktikan kapasitas atau mekanisme pemikul beban secara pasti.

Selain dinding, hasil observasi juga menunjukkan keberadaan kolom pada beberapa bagian bangunan. Berdasarkan denah hasil pengukuran, kolom tidak terdistribusi secara seragam dan tidak membentuk pola grid yang teratur sebagaimana sistem rangka beton bertulang modern. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem struktur bangunan tidak sepenuhnya bergantung pada kolom sebagai elemen pemikul utama.



Gambar 4.10 Identifikasi Posisi Kolom Berdasarkan Hasil Observasi Lapangan

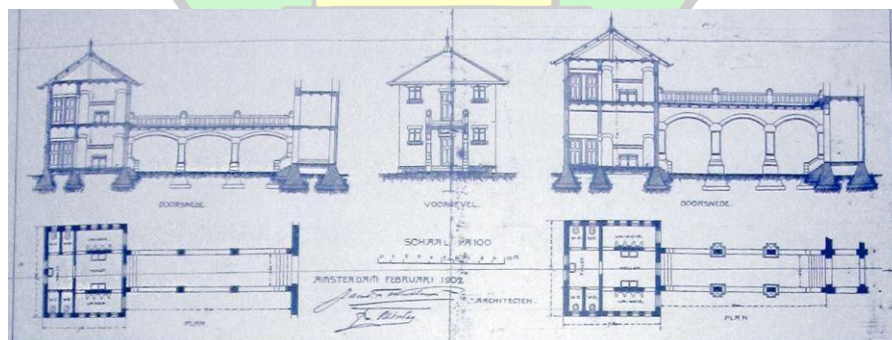
Sumber: Analisis peneliti, 2026.

Berdasarkan Gambar 4.10 terlihat bahwa kolom hanya ditemukan pada titik-titik tertentu dan tidak membentuk pola struktur yang seragam. Kondisi ini menunjukkan bahwa kolom kemungkinan berfungsi sebagai elemen pendukung pada bagian tertentu bangunan.

Untuk memahami kemungkinan sistem struktur yang digunakan, hasil observasi lapangan kemudian dibandingkan dengan tipologi bangunan kolonial Belanda yang umum digunakan pada awal abad ke-20.

4.2.3.1 Tipologi Struktur Bangunan Kolonial Belanda

Salah satu tipologi struktur yang dijumpai pada bangunan kolonial Belanda awal abad ke-20 adalah sistem dinding pemikul beban (load-bearing wall) yang tersusun dari pasangan bata masif (Handinoto, 2007).



Gambar 4.11 Rancangan Awal Gedung Administrasi NIS/Lawang Sewu di Semarang Tahun 1902 sebagai Referensi Tipologi Struktur

Sumber: J. F. Klinkhamer dan B. J. Ouëndag, Blueprints for Lawang Sewu, Februari 1902, Wikimedia Commons.

Sebagai referensi tipologi, Gambar 4.11 menampilkan gambar rancangan awal Gedung Administrasi NIS atau Lawang Sewu di Semarang yang dibuat oleh J. F. Klinkhamer dan B. J. Ouëndag pada Februari 1902. Gambar tersebut memperlihatkan denah, tampak, potongan melintang, pondasi, dinding masif, kolom pada area selasar, dan konstruksi atap. Gambar ini digunakan sebagai bahan perbandingan tipologis dan tidak dimaksudkan sebagai gambar struktur asli bangunan SMAN 1 Banda Aceh.

4.2.3.2 Perbandingan Tipologi Struktur dengan Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Berdasarkan hasil observasi lapangan, Bangunan SMAN 1 Banda Aceh memiliki beberapa karakteristik yang serupa dengan tipologi bangunan kolonial Belanda. Kesamaan tersebut terlihat pada penggunaan dinding pasangan bata masif, konfigurasi bangunan satu lantai, serta bentuk atap pelana yang sederhana dan simetris.

Hasil pengukuran langsung peneliti menunjukkan bahwa dinding utama bangunan memiliki ketebalan sekitar ± 30 cm. Dinding membentuk bidang menerus pada sebagian besar bangunan dan memperlihatkan karakteristik konstruksi pasangan bata masif. Keberadaan kolom yang tidak tersusun dalam grid teratur mengindikasikan bahwa bangunan tidak didominasi sistem rangka modern. Namun, konfigurasi struktur aktual tetap memerlukan verifikasi teknis.

Berdasarkan karakteristik tersebut, sistem struktur Bangunan SMAN 1 Banda Aceh diinterpretasikan memiliki kesamaan dengan tipologi bangunan kolonial Belanda yang mengandalkan dinding pemikul beban (load-bearing wall) sebagai elemen utama dalam menyalurkan beban bangunan menjupondasi. Interpretasi ini didasarkan pada hasil observasi visual dan perbandingan tipologi bangunan, serta tidak didukung oleh data investigasi struktur secara langsung.

4.2.3.3 Interpretasi Sistem Struktur Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Berdasarkan hasil observasi visual dan perbandingan dengan tipologi bangunan kolonial Belanda, sistem struktur bangunan SMAN 1 Banda Aceh diinterpretasikan didominasi oleh dinding pemikul beban (load-bearing wall) berupa pasangan bata masif yang menerus, dengan ketebalan sekitar ± 30 cm berdasarkan hasil pengukuran langsung peneliti pada dua titik pengamatan yang dapat diakses.

Nilai tersebut digunakan sebagai data primer pendukung dalam interpretasi sistem struktur dan menunjukkan karakteristik yang masih sesuai dengan dinding pasangan bata pada bangunan kolonial (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020). Dinding diperkirakan tidak hanya berfungsi sebagai pembatas ruang, tetapi juga berperan sebagai elemen utama dalam menyalurkan beban menuju pondasi. Keberadaan kolom pada beberapa bagian bangunan menunjukkan adanya elemen vertikal tambahan yang mendukung bagian tertentu bangunan; namun, distribusi kolom yang tidak seragam dan tidak tersusun dalam pola grid yang teratur mengindikasikan bahwa kolom bukan merupakan elemen struktur utama yang membentuk sistem rangka bangunan secara keseluruhan. Ketidakteraturan pola kolom yang teramati turut dimungkinkan dipengaruhi oleh penambahan sekat/partisi ruang pada beberapa bagian bangunan pasca-pembangunan awal, yang berpotensi mengubah kesan keteraturan struktur aslinya. Hal ini memerlukan verifikasi lebih lanjut melalui penelusuran denah asli bangunan.

Hubungan antara dinding, kolom, balok, ring balok, serta sistem pondasi tidak dapat diverifikasi secara langsung karena sebagian besar elemen tertutup lapisan finishing. Oleh sebab itu, interpretasi sistem struktur pada penelitian ini hanya menggambarkan karakteristik yang dapat diamati dan tidak dimaksudkan sebagai identifikasi pasti sistem struktur bangunan, serta digunakan sebagai dasar dalam analisis potensi ketahanan gempa berdasarkan aspek arsitektur pada subbab berikutnya.

Terkait elemen ambang di atas bukaan, hasil observasi lapangan pada Subbab 4.2.5 menunjukkan bahwa setiap unit pintu dan jendela pada fasad utama dilengkapi dengan elemen lintel (balok ambang) pada bagian atasnya, sebagaimana lazim dijumpai pada bangunan kolonial berdinding masif untuk menyalurkan beban dinding di sekitar bukaan menuju bidang dinding di kedua sisinya. Namun, material dan konstruksi lintel tersebut, baik berupa susunan bata melengkung (rolag), balok kayu, maupun elemen lainnya, tertutup lapisan plester dan finishing sehingga tidak dapat diidentifikasi secara visual tanpa investigasi lebih lanjut. Dengan demikian, keberadaan elemen lintel di atas bukaan dapat dikonfirmasi, tetapi jenis dan mekanisme strukturalnya tetap tergolong elemen tersembunyi yang belum dapat diverifikasi dalam penelitian ini.

4.2.4 Material Dinding

Identifikasi material dinding dilakukan berdasarkan pengamatan visual terhadap permukaan dinding dan bagian bata yang terekspos, serta informasi sekunder yang tersedia, mengingat penelitian ini tidak melakukan pengambilan sampel maupun pengujian laboratorium sehingga mutu bata, jenis mortar, dan kuat tekan material tidak dapat ditentukan. Berdasarkan observasi visual, dinding bangunan utama SMAN 1 Banda Aceh tersusun dari pasangan bata merah masif yang merupakan karakteristik umum bangunan kolonial Belanda. Ketebalan dinding sekitar ± 30 cm diperoleh melalui pengukuran langsung pada dua titik pengamatan yang dapat diakses, yaitu kusen pintu dan kusen jendela. Pengukuran dilakukan pada kedalaman bukaan sebagai pendekatan terhadap ketebalan dinding eksisting tanpa melakukan pembongkaran konstruksi. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan literatur yang menyebutkan bahwa dinding pasangan bata pada bangunan kolonial umumnya memiliki ketebalan sekitar ± 30 – 60 cm sehingga masih berada dalam kisaran karakteristik bangunan kolonial (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020).

Hasil observasi menunjukkan adanya degradasi permukaan berupa pengelupasan plester dan bata ekspos pada beberapa bagian dinding. Kondisi tersebut terutama ditemukan pada area yang terpapar cuaca dan kelembapan. Pada area yang dapat diamati tidak ditemukan retakan besar yang tampak menembus bidang dinding. Namun, kondisi internal pasangan bata dan tingkat kerusakan struktural tidak dapat ditentukan hanya melalui observasi visual.

Pada beberapa bagian, lapisan plester masih terlihat melekat pada permukaan pasangan bata. Jenis mortar yang digunakan tidak dapat diidentifikasi secara pasti melalui observasi visual karena penelitian ini tidak melakukan pengujian material maupun pengambilan sampel laboratorium. Oleh karena itu, karakteristik mortar tidak dapat ditentukan secara rinci dalam penelitian ini. Pada salah satu titik kusen pintu yang mengalami pengelupasan plester (Gambar 4.12a), teramati adanya elemen logam (besi) yang tersingkap. Keberadaan elemen ini tidak

dapat dipastikan fungsi strukturalnya secara menyeluruh melalui observasi visual semata, mengingat penelitian ini tidak melibatkan pembongkaran atau uji destruktif. Temuan ini dicatat sebagai informasi tambahan yang bersifat lokal pada area kusen dan digunakan sebagai bahan pertimbangan pada evaluasi konseptual sistem struktur dan material dinding di Subbab 4.3.3 dan 4.3.4.

Berdasarkan hasil identifikasi, material dinding dapat dikarakterisasi sebagai pasangan bata merah masif yang secara visual masih relatif baik, meskipun terdapat degradasi permukaan berupa pengelupasan plester dan bata ekspos. Ketebalan dinding sekitar ± 30 cm merupakan hasil pengukuran langsung peneliti pada dua titik pengamatan yang dapat diakses. Data tersebut digunakan sebagai pendukung evaluasi konseptual bersama hasil observasi visual terhadap kondisi pasangan bata dan degradasi permukaan. Nilai yang diperoleh masih sesuai dengan karakteristik umum dinding pasangan bata pada bangunan kolonial sebagaimana dilaporkan dalam literatur (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020). Temuan ini digunakan sebagai dasar evaluasi konseptual pada Subbab 4.3.4.



Gambar 4.12a Degradasi Plester, Bata Ekspos, dan Elemen Logam pada Kusen Pintu

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.



Gambar 4.12b Kondisi Visual Permukaan Dinding Interior SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Arsip CCTV SMAN 1 Banda Aceh, 2020.

Gambar 4.12b memperlihatkan kondisi visual salah satu ruang interior bangunan SMAN 1 Banda Aceh. Bidang dinding tampak relatif tinggi dan menerus serta dilapisi plester dan cat. Pada beberapa bagian terlihat indikasi retakan halus dan ketidakraturan lapisan permukaan. Namun, keterbatasan resolusi dan sudut pandang dokumentasi tidak memungkinkan penentuan apakah indikasi tersebut hanya terjadi pada lapisan plester atau telah memengaruhi pasangan bata di bagian dalam. Oleh karena itu, gambar ini digunakan sebagai dokumentasi pendukung kondisi visual dinding interior dan tidak digunakan sebagai bukti kerusakan struktural.

Sebagai data pembandingan historis, Gambar 4.12c menyajikan dokumentasi arsip dari pihak SMAN 1 Banda Aceh yang memperlihatkan kondisi salah satu ruang interior bangunan pascatsunami 2004, dengan pengelupasan plester yang meluas hingga bata ekspos serta runtuh material pada bagian lantai. Berbeda dengan Gambar 4.12a dan 4.12b yang merupakan hasil observasi lapangan peneliti pada kondisi terkini, Gambar 4.12c digunakan sebagai bukti pendukung kualitatif mengenai riwayat kerusakan bangunan pascabencana dan bukan sebagai dasar penilaian kerusakan struktural, karena kondisi internal pasangan bata pada masa tersebut tidak dapat ditentukan hanya melalui observasi visual.



Gambar 4.12c Kondisi Kerusakan Dinding dan Lantai pada Ruang Interior Bangunan Pascatsunami 2004

Sumber: Dok. Muhyiddin, S.Pd., www.sman1bandaaceh.net, pascatsunami 2004.

4.2.5 Proporsi dan Distribusi Bukaannya

Berdasarkan hasil observasi lapangan, fasad utama bangunan SMAN 1 Banda Aceh memiliki sejumlah bukaan berupa pintu dan jendela yang tersusun secara relatif teratur dan simetris. Bukaan tersebut merupakan salah satu karakteristik arsitektur kolonial yang berfungsi untuk mengoptimalkan pencahayaan dan ventilasi alami pada ruang dalam bangunan.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada fasad utama terdapat lima unit jendela dengan ukuran rata-rata $2,30 \text{ m} \times 1,39 \text{ m}$ dan dua unit pintu dengan ukuran rata-rata $2,55 \text{ m} \times 1,90 \text{ m}$. Panjang fasad utama bangunan mencapai 13,56 m dengan tinggi efektif dinding sekitar 4,00 m sehingga luas total bidang dinding fasad utama sebesar $54,24 \text{ m}^2$.



keterangan: fasad utama terdapat 5 jendela dan 2 pintu

Gambar 4.13 Fasad Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Sumber: Dokumentasi peneliti, 2026.

Berdasarkan Gambar 4.13, untuk mengetahui proporsi bukaan terhadap bidang dinding, dilakukan perhitungan rasio bukaan menggunakan persamaan yang mengacu pada pendekatan evaluasi kerentanan dinding masonry oleh FEMA 547 (2006) dan Calvi et al. (2006), sebagai berikut:

$$\text{Rasio Bukaan} = (\text{Luas Total Bukaan} / \text{Luas Total Bidang Dinding}) \times 100\%$$

Perhitungan luas bukaan dilakukan sebagai berikut:

Menghitung luas seluruh jendela

Jumlah jendela fasad depan = 5 unit

Ukuran satu jendela:

$$\begin{aligned} &2,30 \times 1,39 \\ &= 3,197 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} &5 \times 3,197 \\ &= 15,985 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung luas seluruh pintu

Jumlah pintu = 2 unit

Ukuran satu pintu:

$$\begin{aligned} &2,55 \times 1,90 \\ &= 4,845 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} &2 \times 4,845 \\ &= 9,690 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung total luas bukaan

$$\begin{aligned} &15,985 + 9,690 \\ &= 25,675 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Menghitung rasio bukaan

Rumus yang digunakan:

$$\text{Rasio Bukaan} = \frac{\text{Total Luas Bukaan}}{\text{Luas Bidang Dinding}} \times 100\%$$

Substitusi:

$$\begin{aligned} &= \frac{25,675}{54,24} \times 100\% \\ &= 47,33\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, rasio luas bukaan terhadap luas bidang dinding fasad utama bangunan sebesar 47,33%. Selain itu, hasil observasi menunjukkan bahwa bukaan tersusun secara relatif simetris terhadap sumbu fasad utama. Tidak ditemukan bukaan pada bagian sudut bangunan dan setiap bukaan dilengkapi dengan elemen lintel (balok ambang) pada bagian atasnya.

Dengan demikian, hampir setengah bidang fasad utama terdiri atas bukaan yang tersusun relatif teratur. Penelitian ini tidak menetapkan batas aman rasio bukaan dan tidak menggeneralisasikan nilai 47,33% untuk seluruh fasad. Nilai tersebut digunakan sebagai informasi geometris untuk membahas kontinuitas bidang dinding pada Subbab 4.3.5.

4.2.6 Sistem dan Konfigurasi Atap

Berdasarkan hasil observasi lapangan, bangunan utama SMAN 1 Banda Aceh menggunakan atap berbentuk pelana yang merupakan salah satu karakteristik umum bangunan kolonial Belanda di wilayah tropis. Bentuk atap ini terdiri atas dua bidang miring yang bertemu pada garis bubungan di bagian tengah bangunan dan membentuk konfigurasi yang relatif sederhana serta simetris terhadap sumbu bangunan.

Perbandingan antara dokumentasi historis bangunan dan kondisi eksisting menunjukkan bahwa bentuk dasar atap tetap dipertahankan meskipun bangunan telah mengalami renovasi pascabencana gempa dan tsunami Aceh tahun 2004. Dokumentasi tersebut memperlihatkan bahwa karakter visual atap segitiga masih dapat dikenali pada kondisi bangunan saat ini. Namun demikian, terdapat perubahan pada material penutup atap, yaitu dari genteng tanah liat menjadi lembaran seng sebagai bagian dari proses rehabilitasi bangunan.

Struktur rangka atap tidak dapat diamati secara menyeluruh dari bagian bangunan yang dapat diakses. Literatur tipologi bangunan kolonial sejenis dapat mengindikasikan penggunaan rangka kayu, tetapi indikasi tersebut tidak cukup untuk menetapkan material rangka pada objek penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini tidak menyimpulkan jenis material, kondisi elemen, maupun mutu sambungan rangka atap tanpa pemeriksaan langsung.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa konfigurasi atap tidak memperlihatkan adanya perbedaan elevasi yang signifikan maupun bentuk atap yang kompleks. Bidang atap tersusun secara relatif teratur dan membentuk satu kesatuan yang menerus mengikuti massa utama bangunan. Selain itu, tidak ditemukan penambahan elemen atap yang menimbulkan ketidakaturan geometris yang mencolok pada bagian atas bangunan.

Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, sistem dan konfigurasi atap bangunan SMAN 1 Banda Aceh dapat dikarakterisasi sebagai atap pelana dengan konfigurasi yang relatif sederhana dan simetris serta menggunakan penutup atap seng hasil renovasi. Material rangka atap dan kondisi sambungannya tidak dapat diverifikasi melalui observasi visual dari luar. Karakteristik yang dapat diamati tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis konseptual pada Subbab 4.3.6.



Gambar 4.14 Perubahan Material Penutup Atap Sebelum dan Sesudah Renovasi

Sumber: Direktorat Pembinaan SMA (2017) dan dokumentasi peneliti, 2026.

Kondisi bangunan pada dokumentasi lama (kiri) dan kondisi eksisting hasil observasi lapangan (kanan). Terlihat bahwa bentuk dasar atap pelana dan konfigurasi massa bangunan tetap dipertahankan, sementara material penutup atap mengalami perubahan pada proses renovasi pascabencana.

4.3 Analisis dan Evaluasi Karakteristik Arsitektur terhadap Prinsip Bangunan Tahan Gempa

Berdasarkan temuan lapangan, setiap aspek arsitektur dievaluasi menggunakan instrumen pada Bab III. Acuan evaluasi merupakan sintesis SNI 1726:2019, FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), Bothara dan Brzev (2011), serta literatur bangunan kolonial. Hasilnya menunjukkan keselarasan konseptual dan tidak dapat diperlakukan sebagai penilaian kepatuhan teknis atau kapasitas struktur.

Sebagai pengingat, penilaian keselarasan pada bab ini mengacu pada empat kategori yang telah didefinisikan pada Subbab 3.6, yaitu selaras secara konseptual (indikator yang diamati sejalan dengan acuan tanpa kondisi yang bertentangan),

selaras sebagian (terdapat indikator yang mendukung sekaligus indikator lain yang menjadi keterbatasan atau belum dapat dipastikan), tidak selaras (indikator yang diamati didominasi kondisi yang bertentangan dengan acuan), dan tidak dapat diverifikasi (data atau akses tidak memadai untuk menetapkan kategori secara bertanggung jawab). Penetapan kategori bersifat kualitatif berdasarkan bobot indikator yang mendukung dan membatasi, bukan berdasarkan skor atau ambang batas numerik.

4.3.1 Analisis Bentuk dan Keteraturan Denah

Ditinjau berdasarkan prinsip keteraturan horizontal dalam SNI 1726:2019, simetri dan bentuk yang sederhana dapat mendukung distribusi respons bangunan yang lebih seimbang. Denah SMAN 1 Banda Aceh memperlihatkan sumbu simetri bilateral dan komposisi umum yang memanjang. Namun, garis luar denah memiliki tonjolan, lekukan, dan beberapa sudut dalam lokal yang perlu dicermati dalam evaluasi ketidakberaturan horizontal.

Bothara dan Brzev (2011) menjelaskan bahwa geometri sederhana pada bangunan *masonry* cenderung mengurangi kompleksitas distribusi gaya dibandingkan bentuk yang sangat tidak beraturan. Sebaliknya, perubahan geometri dan sudut dalam dapat menjadi lokasi konsentrasi respons pada kondisi tertentu. Pengaruh aktualnya pada objek penelitian tetap bergantung pada dimensi, kekakuan, kontinuitas dinding, bukaan, dan hubungan antarelemen.

Calvi et al. (2006) turut menegaskan bahwa ketidakberaturan denah, termasuk keberadaan sudut dalam (*re-entrant corner*), berkontribusi terhadap peningkatan kerentanan seismik karena berpotensi menimbulkan konsentrasi respons dan perilaku dinamis yang tidak seragam antarbagian bangunan saat menerima beban lateral. Sejalan dengan hal tersebut, tonjolan dan lekukan pada denah SMAN 1 Banda Aceh perlu tetap dicatat sebagai faktor yang berkontribusi pada kategori selaras sebagian, meskipun simetri bilateral yang teramati secara konseptual mendukung distribusi respons yang lebih seimbang.

Dengan mempertimbangkan simetri bilateral sekaligus variasi geometri lokal, aspek bentuk dan keteraturan denah dikategorikan selaras sebagian. Penelitian ini tidak mengukur rasio tonjolan dan lekukan, serta tidak menghitung pusat massa,

pusat kekakuan, maupun respons torsi. Karena itu, temuan ini hanya merupakan indikasi awal dan bukan penetapan keteraturan struktur secara formal.

4.3.2 Analisis Konfigurasi Massa Bangunan

Konfigurasi massa bangunan SMAN 1 Banda Aceh relatif kompak dan tersusun dalam satu kesatuan massa tanpa pemisahan yang signifikan. Kondisi ini secara konseptual sejalan dengan prinsip keteraturan massa bangunan yang dapat mendukung distribusi gaya gempa secara lebih merata.

Menurut Calvi et al. (2006), keteraturan konfigurasi dan distribusi massa merupakan salah satu aspek yang memengaruhi kerentanan bangunan terhadap gempa. Berdasarkan hasil observasi, massa bangunan menunjukkan karakteristik yang relatif sederhana sehingga tidak mengindikasikan adanya ketidakberaturan massa yang mencolok.

Namun, penelitian ini tidak menghitung pusat massa, pusat kekakuan, maupun eksentrisitas bangunan. Oleh karena itu, potensi respons torsi tidak dapat dievaluasi secara kuantitatif. Selain itu, keterbatasan data mengenai detail struktur juga menyebabkan analisis ini tidak dapat digunakan untuk menilai kapasitas struktur maupun kepatuhan terhadap SNI 1726:2019.

Bothara dan Brzev (2011) turut menekankan bahwa distribusi massa yang kompak dan simetris pada bangunan masonry berkontribusi pada penyaluran beban gempa yang lebih merata dibandingkan konfigurasi massa yang tidak beraturan atau terpisah menjadi beberapa blok. Karakteristik ini sejalan dengan kondisi SMAN 1 Banda Aceh yang menunjukkan kesatuan massa tanpa pemisahan signifikan, sehingga memperkuat kategori selaras konseptual pada aspek ini, meskipun tetap perlu diverifikasi lebih lanjut melalui perhitungan pusat massa dan pusat kekakuan secara kuantitatif.

Berdasarkan hasil tersebut, konfigurasi massa bangunan dinilai selaras secara konseptual dengan prinsip keteraturan bangunan dan digunakan sebagai salah satu indikator dalam evaluasi awal potensi ketahanan terhadap gempa.

4.3.3 Analisis Sistem Struktur

Sistem struktur bangunan diinterpretasikan sebagai dinding pemikul beban berdasarkan observasi visual dan perbandingan tipologi. Sistem tersebut dapat menyediakan jalur beban gravitasi yang relatif langsung, tetapi pasangan bata tanpa

tulangan umumnya memiliki kemampuan deformasi yang terbatas ketika menerima beban lateral. Hasil observasi pada Subbab 4.2.4 menemukan elemen logam (besi) yang tersingkap pada salah satu titik kusen pintu (Gambar 4.12a), yang mengindikasikan adanya elemen pengikat pada bagian tersebut. Namun, karena temuan ini bersifat lokal pada area kusen dan elemen tersembunyi lain pada bidang dinding tidak dapat diperiksa, keberadaan tulangan, ring balok, dan sambungan pengikat secara menyeluruh pada sistem struktur bangunan belum dapat diverifikasi maupun digeneralisasi.

Dinding bata masif dengan ketebalan sekitar ± 30 cm berdasarkan hasil pengukuran langsung pada dua titik pengamatan berpotensi memberikan rasio tinggi terhadap ketebalan (*height-to-thickness ratio*) yang lebih rendah dibandingkan dinding yang lebih tipis. Karakteristik ini secara konseptual dapat mendukung stabilitas geometris dinding, meskipun kinerja seismik tetap dipengaruhi oleh mutu material, kualitas mortar, sambungan, kondisi tumpuan, dan elemen pengikat (Bothara & Brzev, 2011; Griffith et al., 2003; Sharif et al., 2007). Oleh karena itu, hasil analisis ini diposisikan sebagai evaluasi konseptual berdasarkan karakteristik arsitektural.

Calvi et al. (2006) dan Bothara dan Brzev (2011) menunjukkan bahwa bangunan *masonry* tanpa tulangan rentan terhadap kerusakan pada sambungan, bidang dinding, dan area sekitar bukaan. Oleh karena itu, bidang dinding bata masif pada SMAN 1 Banda Aceh perlu dipandang sebagai bagian penting dari sistem bangunan sekaligus sumber kerentanan potensial. Penelitian ini tidak menghitung kapasitas geser, kapasitas lentur, atau daktilitas dinding.

Ketebalan dinding dapat mengurangi kelangsingan secara geometris dibandingkan dinding yang lebih tipis pada ketinggian yang sama. Akan tetapi, ketebalan tidak dapat digunakan sebagai bukti tunggal kekakuan atau kapasitas lateral karena kinerja dinding juga ditentukan oleh mutu material, sambungan, bukaan, kondisi tumpuan, dan keberadaan elemen pengikat.

4.3.4 Analisis Material Dinding

Evaluasi material dinding pada penelitian ini didasarkan pada tiga indikator operasional, yaitu (1) ketebalan dinding sebagai penentu rasio tinggi terhadap ketebalan, (2) kontinuitas bidang dinding, dan (3) status keterverifikasian elemen

pengikat/tulangan. Pada indikator pertama, ketebalan dinding sekitar ± 30 cm hasil pengukuran langsung pada dua titik pengamatan berada dalam rentang ketebalan dinding pasangan bata yang umum dijumpai pada bangunan kolonial (± 30 – 60 cm) (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020) dan secara konseptual menghasilkan rasio tinggi terhadap ketebalan yang lebih rendah dibandingkan dinding yang lebih tipis pada tinggi yang sama. Mengacu pada Bothara dan Brzev (2011), rasio yang lebih rendah ini secara konseptual mendukung stabilitas geometris dinding, sehingga indikator ini dikategorikan mendukung. Pada indikator kedua, hasil observasi pada Subbab 4.2.4 menunjukkan bidang dinding pasangan bata relatif menerus pada bagian yang dapat diamati, tanpa ditemukan retakan besar yang tampak menembus bidang dinding. Kondisi ini sejalan dengan prinsip kontinuitas jalur beban lateral pada bangunan masonry, sehingga indikator ini juga dikategorikan mendukung. Pada indikator ketiga, temuan pada Gambar 4.12a memperlihatkan elemen logam (besi) yang tersingkap pada salah satu titik kusen pintu akibat degradasi plester. Temuan ini mengonfirmasi keberadaan elemen pengikat pada bangunan, namun tidak dapat memastikan apakah elemen tersebut berfungsi sebagai tulangan struktural pada bidang dinding secara menyeluruh, mengingat sifatnya yang lokal pada area kusen dan tidak dilakukannya pembongkaran atau uji lanjutan. Dengan demikian, indikator ini dikategorikan membatasi, meskipun statusnya berubah dari tidak ditemukan indikasi menjadi ditemukan indikasi lokal yang belum dapat digeneralisasi. Berdasarkan rekapitulasi ketiga indikator tersebut, dua indikator mendukung dan satu indikator membatasi, sehingga aspek material dinding dikategorikan selaras sebagian. Kategori ini konsisten dengan hasil evaluasi pada Subbab 4.3.3 (Analisis Sistem Struktur), karena kedua aspek sama-sama dibatasi oleh ketidakpastian status elemen pengikat/tulangan secara menyeluruh. Keterkaitan ini menegaskan bahwa verifikasi elemen pengikat merupakan prioritas utama dalam investigasi teknis lanjutan, bukan sekadar keterbatasan minor pada satu aspek saja.

Meskipun dua dari tiga indikator dikategorikan mendukung, ketebalan dan kontinuitas dinding tidak dapat dijadikan bukti tunggal ketahanan gempa. Kinerja aktual dinding tetap dipengaruhi oleh kualitas bata dan mortar, tinggi efektif dinding, jumlah dan posisi bukaan, kondisi tumpuan, sambungan antardinding, serta

keterikatan dinding dengan struktur atap yang tidak diverifikasi dalam penelitian ini. Oleh karena itu, ketebalan dinding dalam penelitian ini tetap diposisikan sebagai karakteristik geometris yang berpotensi mengurangi kelangsingan dibandingkan dinding yang lebih tipis pada ketinggian yang sama, bukan sebagai bukti kapasitas seismik bangunan secara menyeluruh.

4.3.5 Analisis Proporsi dan Distribusi Bukaannya

Rasio bukaan sebesar 47,33% pada fasad utama menunjukkan bahwa hampir setengah bidang fasad terdiri atas pintu dan jendela. Nilai tersebut hanya mewakili fasad utama dan tidak digunakan sebagai batas aman atau klasifikasi teknis karena penelitian ini tidak menetapkan ambang rasio bukaan.

FEMA 547 (2006) menjelaskan bahwa area di sekitar bukaan dapat menjadi lokasi konsentrasi tegangan pada dinding *masonry*. Secara geometris, bertambahnya luas bukaan mengurangi luas efektif bidang dinding yang tersedia. Oleh karena itu, rasio bukaan pada fasad utama dicatat sebagai faktor kerentanan potensial, bukan sebagai bukti langsung penurunan kapasitas lateral.

Namun demikian, hasil observasi menunjukkan bahwa bukaan tersusun relatif simetris dan tidak berada pada sudut bangunan. Kondisi tersebut menunjukkan keteraturan distribusi bukaan secara geometris, tetapi pengaruhnya terhadap pola tegangan dan kapasitas lateral tidak dihitung dalam penelitian ini. Dengan demikian, aspek bukaan diposisikan sebagai faktor geometris yang perlu diverifikasi lebih lanjut melalui analisis struktur. Keterkaitan rasio bukaan 47,33% dengan potensi ketahanan gempa bersifat tidak langsung: nilai ini menunjukkan proporsi bidang dinding yang tergantikan oleh bukaan, sehingga secara konseptual berkorelasi dengan berkurangnya luas efektif dinding pemikul beban lateral sebagaimana dijelaskan FEMA 547 (2006), namun tidak secara langsung merepresentasikan besaran kapasitas maupun tingkat kerentanan struktural bangunan terhadap gempa.

4.3.6 Analisis Sistem dan Konfigurasi Atap

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bangunan SMAN 1 Banda Aceh menggunakan atap pelana dengan konfigurasi yang relatif sederhana dan simetris. Dalam konteks bangunan tahan gempa, bentuk atap yang teratur cenderung lebih menguntungkan karena mendukung distribusi massa yang lebih seimbang dan mengurangi potensi ketidakaturan geometri bangunan.

Bothara dan Brzev (2011) menekankan pentingnya keteraturan konfigurasi dan keterikatan elemen bangunan dalam kinerja seismik *masonry*. Konfigurasi atap SMAN 1 Banda Aceh relatif sederhana dan simetris sehingga menunjukkan keselarasan konseptual dengan prinsip keteraturan. Namun, kondisi rangka dan sambungan atap tidak dapat diverifikasi secara langsung.

Penutup atap seng hasil renovasi secara umum lebih ringan daripada penutup genteng tanah liat, sehingga secara konseptual dapat mengurangi massa pada bagian atas bangunan. Namun, material rangka atap dan sistem sambungannya belum terverifikasi. Oleh karena itu, evaluasi atap dikategorikan selaras sebagian dan memerlukan pemeriksaan teknis sebelum ditarik kesimpulan tentang kinerja strukturalnya.

4.4 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Aspek Arsitektur

Hasil evaluasi terhadap keenam aspek arsitektur bangunan SMAN 1 Banda Aceh berdasarkan instrumen evaluasi yang disusun melalui sintesis SNI 1726:2019, FEMA 547 (2006), Calvi et al. (2006), Bothara dan Brzev (2011), serta literatur bangunan kolonial yang relevan dirangkum dalam tabel berikut.

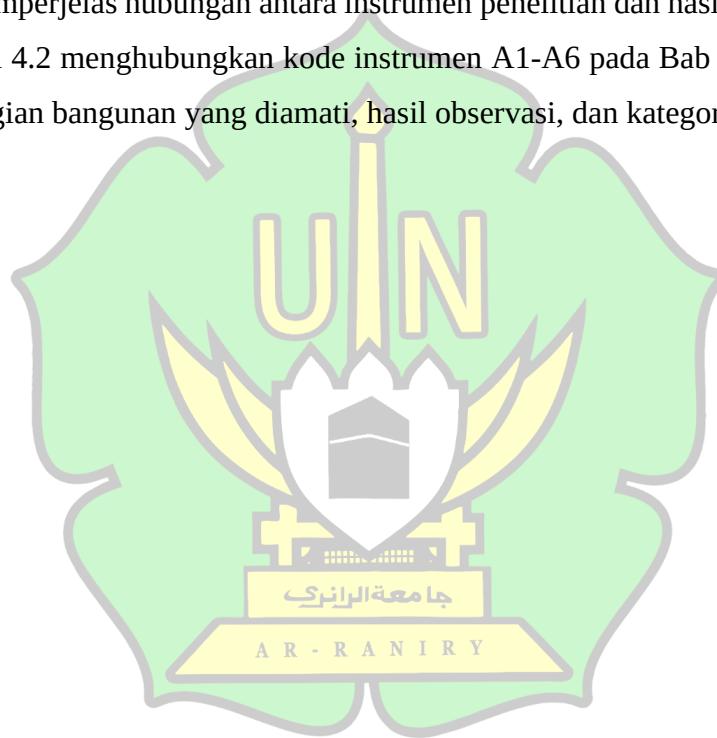
Tabel 4.1 Rekapitulasi Hasil Evaluasi Aspek Arsitektur Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

No	Aspek Arsitektur	Temuan Lapangan Utama	Prinsip Bangunan Tahan Gempa	Evaluasi Konseptual
1	Bentuk & Keteraturan Denah	Denah memanjang dan simetris bilateral, tetapi memiliki tonjolan, lekukan, serta sudut dalam lokal; dimensi ketidakberaturan belum diukur secara khusus.	Simetri mendukung keteraturan awal, sedangkan variasi geometri lokal memerlukan pengukuran rasio dan analisis torsi sebelum diklasifikasikan secara formal.	Selaras sebagian
2	Konfigurasi Massa	Massa bangunan relatif kompak dan tidak menunjukkan fragmentasi yang signifikan.	Konfigurasi massa yang sederhana sejalan dengan prinsip keteraturan; pusat massa dan kekakuan tidak dihitung.	Selaras secara konseptual
3	Sistem Struktur	Sistem struktur diinterpretasikan didominasi dinding pemikul beban; elemen pengikat dan tulangan tersembunyi belum terverifikasi.	Jalur gaya harus kontinu dan bangunan <i>masonry</i> memerlukan keterikatan antarelemen yang memadai.	Selaras sebagian
4	Material Dinding	Dinding bata merah masif; ketebalan sekitar ± 30 cm diperoleh melalui pengukuran langsung peneliti; terdapat degradasi plester lokal; jenis mortar belum terverifikasi.	Ketebalan, kelangsingan, mutu material, bukaan, tumpuan, dan sambungan harus dinilai bersama.	Selaras sebagian
5	Proporsi & Distribusi Bukaan	Distribusi bukaan relatif simetris; rasio bukaan fasad utama 47,33%; nilai tidak mewakili seluruh fasad dan bukan batas aman.	Bukaan memengaruhi kontinuitas bidang dinding dan dapat menimbulkan konsentrasi tegangan.	Selaras sebagian
6	Sistem & Konfigurasi Atap	Atap pelana relatif simetris dengan penutup seng; material rangka dan kondisi sambungan belum terverifikasi.	Geometri dan massa atap perlu teratur; rangka dan sambungan harus diverifikasi.	Selaras sebagian

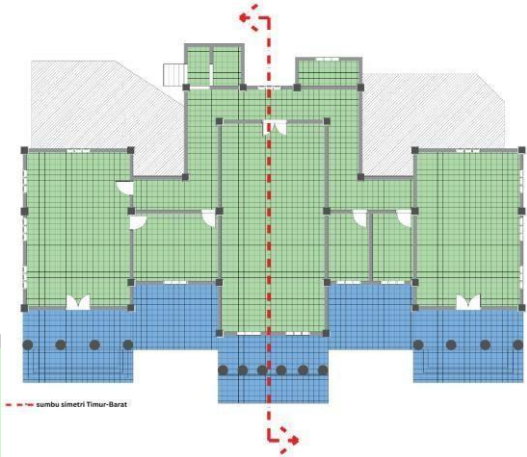
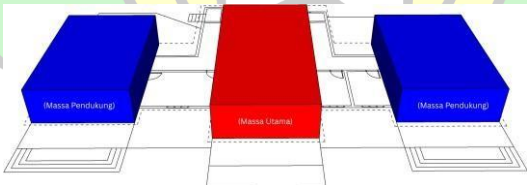
Berdasarkan Tabel 4.1, konfigurasi massa menunjukkan keselarasan secara konseptual dengan prinsip keteraturan bangunan. Bentuk dan keteraturan denah, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap menunjukkan keselarasan sebagian karena masih terdapat variasi geometri, faktor kerentanan, dan keterbatasan verifikasi teknis.

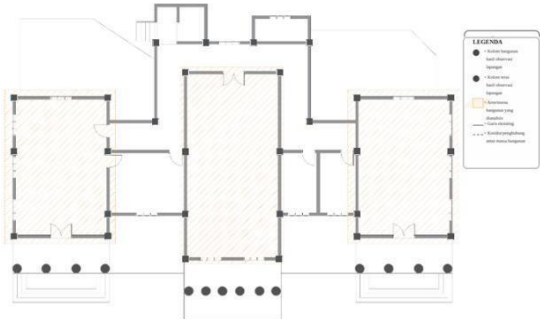
Hasil rekapitulasi tidak digunakan untuk menyatakan bahwa bangunan memenuhi SNI atau memiliki kapasitas gempa tertentu. Evaluasi hanya menunjukkan bahwa beberapa karakteristik arsitektur sejalan dengan prinsip ketahanan gempa, sementara karakteristik URM, bukaan, sambungan, kondisi material, pondasi, dan rangka atap masih memerlukan investigasi teknis.

Untuk memperjelas hubungan antara instrumen penelitian dan hasil evaluasi lapangan, Tabel 4.2 menghubungkan kode instrumen A1-A6 pada Bab III dengan bukti visual, bagian bangunan yang diamati, hasil observasi, dan kategori evaluasinya.



Tabel 4.2 Matriks Penerapan Instrumen dan Bukti Visual Hasil Observasi pada Bangunan SMAN 1 Banda Aceh

Kode, Aspek, dan Indikator Instrumen	Bukti Visual dan Bagian yang Diamati	Hasil Observasi dan Evaluasi
A1 - Bentuk dan keteraturan denah Indikator: - Bentuk umum dan simetri denah. - Keberadaan tonjolan, lekukan, dan sudut dalam. - Klasifikasi formal hanya diberikan jika parameter ketidakberaturan terukur.	 Bagian: denah bangunan utama dan sumbu simetri.	Denah memanjang dan simetris bilateral, tetapi memiliki tonjolan, lekukan, serta sudut dalam lokal. Dimensi ketidakberaturan dan respons torsi belum dianalisis secara formal. Evaluasi: Selaras sebagian.
A2 - Konfigurasi massa Indikator: - Massa utama mudah dikenali. - Bentuk massa kompak. - Hubungan antarmassa jelas. - Fragmentasi tidak signifikan.	 Bagian: massa utama dan dua massa pendukung.	Komposisi massa terbaca kompak dan teratur, dengan massa utama di tengah serta massa pendukung pada kedua sisi. Evaluasi: Selaras secara konseptual.

Kode, Aspek, dan Indikator Instrumen	Bukti Visual dan Bagian yang Diamati	Hasil Observasi dan Evaluasi
A3 - Sistem struktur Indikator: - Dominasi elemen pemikul dapat diinterpretasikan. - Kontinuitas visual dicatat. - Sambungan dan elemen tersembunyi diverifikasi sejauh akses memungkinkan.	 Bagian: bidang dinding dan posisi kolom hasil observasi.	Dinding pasangan bata tampak dominan dan kolom tidak membentuk grid portal modern. Sistem diinterpretasikan didominasi dinding pemikul, tetapi jalur gaya dan sambungan belum terverifikasi penuh. Evaluasi: Selaras sebagian.
A4 - Material dinding Indikator: - Jenis pasangan bata. - Kondisi permukaan dan degradasi. - Jenis mortar. - Sumber data ketebalan dinyatakan jelas.	 Bagian: kondisi bidang dinding dan degradasi lokal.	Dinding berupa pasangan bata merah masif dengan pengelupasan plester/bata ekspos lokal. Ketebalan sekitar ± 30 cm merupakan hasil pengukuran langsung peneliti pada kusen pintu dan kusen jendela. Nilai tersebut digunakan sebagai data primer pendukung evaluasi konseptual dan dibandingkan dengan karakteristik umum dinding pasangan bata pada bangunan kolonial menurut literatur. Evaluasi: Selaras sebagian.
A5 - Proporsi dan distribusi bukaan Indikator: - Jumlah, ukuran, posisi, dan distribusi bukaan. - Keberadaan lintel. - Rasio dihitung hanya pada fasad yang diukur.	 Bagian: pintu dan jendela pada fasad utama.	Bukaan tersusun relatif teratur dan simetris. Rasio bukaan fasad utama 47,33% menunjukkan berkurangnya luas efektif bidang dinding; nilai ini bukan ambang aman dan tidak mewakili seluruh fasad. Evaluasi: Selaras sebagian.

Kode, Aspek, dan Indikator Instrumen	Bukti Visual dan Bagian yang Diamati	Hasil Observasi dan Evaluasi
A6 - Sistem dan konfigurasi atap Indikator: - Bentuk dan simetri atap. - Material penutup. - Keterverifikasian rangka dan sambungan.	 Bagian: perubahan material penutup atap sebelum dan sesudah renovasi.	Atap pelana relatif sederhana dan simetris. Penutup seng secara konseptual lebih ringan daripada genteng; rangka dan sambungan belum dapat diverifikasi langsung. Evaluasi: Selaras sebagian.

Sumber visual: Olahan peneliti dari dokumentasi lapangan dan gambar hasil analisis pada Bab IV, 2026.



Berdasarkan Tabel 4.2, konfigurasi massa bangunan menunjukkan keselarasan secara konseptual dengan prinsip ketahanan gempa yang digunakan sebagai acuan evaluasi. Lima aspek lainnya, yaitu bentuk dan keteraturan denah, sistem struktur, material dinding, proporsi dan distribusi bukaan, serta sistem dan konfigurasi atap, menunjukkan keselarasan sebagian karena masih terdapat keterbatasan verifikasi teknis dan faktor kerentanan yang perlu dikaji lebih lanjut.

4.5 Identifikasi Kekuatan dan Kelemahan Arsitektural

4.5.1 Kekuatan Arsitektural

Berdasarkan hasil analisis evaluatif, berikut diidentifikasi aspek-aspek arsitektur bangunan SMAN 1 Banda Aceh yang berpotensi menjadi kekuatan dalam menghadapi beban gempa:

- a) Simetri bilateral denah: Susunan ruang dan komposisi massa pada sisi kiri dan kanan sumbu tengah relatif seimbang. Karakteristik ini mendukung pembacaan awal tentang keseimbangan tata ruang, tetapi penelitian ini tidak menghitung pusat massa, pusat kekakuan, atau eksentrisitas sehingga pengaruhnya terhadap respons torsi belum dapat dipastikan.
- b) Massa bangunan yang relatif kompak: Bagian-bagian bangunan terbaca sebagai satu komposisi massa dan tidak menunjukkan pemisahan blok yang mencolok secara visual. Namun, kontinuitas struktur, keberadaan sambungan dilatasi, dan hubungan antarbagiannya tetap perlu diverifikasi sebelum menyimpulkan perilaku seismik bangunan.
- c) Ketebalan dinding yang relatif besar: Berdasarkan hasil pengukuran langsung pada dua titik pengamatan, dinding utama memiliki ketebalan sekitar ± 30 cm. Nilai tersebut masih sesuai dengan karakteristik umum dinding pasangan bata pada bangunan kolonial yang umumnya berkisar antara ± 30 – 60 cm (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020). Pada ketinggian yang sama, ketebalan tersebut secara geometris berpotensi menghasilkan rasio tinggi terhadap ketebalan yang lebih rendah dibandingkan dinding yang lebih tipis sehingga berpotensi mengurangi kelangsingan dinding. Namun demikian, kinerja dan stabilitas seismik dinding tetap dipengaruhi oleh tinggi efektif,

mutu material, kualitas mortar, bukaan, sambungan, kondisi tumpuan, kontinuitas bidang, dan elemen pengikat (Bothara & Brzev, 2011; Griffith et al., 2003; Sharif et al., 2007).

- d) Konfigurasi atap sederhana dan penutup relatif ringan: Atap pelana tersusun relatif simetris, sedangkan penutup seng hasil renovasi berpotensi memberikan massa yang lebih rendah daripada genteng tanah liat. Material rangka atap dan kualitas sambungannya belum dapat diverifikasi sehingga aspek ini hanya dipandang sebagai potensi geometris dan material, bukan bukti kinerja seismik.

4.5.2 Kelemahan Arsitektural

Berdasarkan hasil observasi dan evaluasi konseptual, beberapa aspek arsitektur yang berpotensi menjadi kelemahan bangunan terhadap beban gempa adalah sebagai berikut.

- a) Potensi kerentanan sistem *masonry* tanpa tulangan: Berdasarkan observasi visual dan perbandingan tipologi, sistem dinding bangunan diinterpretasikan berpotensi berupa pasangan bata tanpa tulangan (*unreinforced masonry/URM*). Apabila investigasi teknis menunjukkan tidak adanya tulangan maupun elemen pengikat, sifat getas dan kemampuan deformasi yang terbatas pada sistem URM dapat meningkatkan kerentanan terhadap beban gempa. Namun, karena elemen struktur tersembunyi belum diperiksa, klasifikasi tersebut belum dapat dipastikan (Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011).
- b) Variasi geometri denah dan proporsi bukaan: Keberadaan tonjolan, lekukan, dan sudut dalam lokal pada denah berpotensi memengaruhi distribusi gaya gempa. Selain itu, rasio bukaan fasad utama sebesar **47,33%** menunjukkan bahwa hampir setengah bidang dinding terdiri atas pintu dan jendela sehingga luas efektif dinding berkurang secara geometris. Penelitian ini tidak mengevaluasi ketidakberaturan horizontal maupun kapasitas lateral dinding.
- c) Parameter stabilitas keluar bidang yang belum terverifikasi: Hasil pengukuran menunjukkan tinggi efektif dinding sekitar 4,00 m dengan ketebalan sekitar ± 30 cm, sehingga diperoleh rasio tinggi terhadap ketebalan (h/t)

sekitar 13,3. Nilai ini tidak menunjukkan bahwa dinding tidak aman, tetapi mengindikasikan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap stabilitas keluar bidang dengan mempertimbangkan kondisi tumpuan, sambungan, pengekanan atap, bukaan, mutu material, dan keberadaan elemen pengikat (Griffith et al., 2003; Sharif et al., 2007).

- d) Potensi degradasi material akibat usia: Sebagai bangunan bersejarah, material seperti bata, plester, dan komponen konstruksi lainnya berpotensi mengalami degradasi akibat usia. Kondisi internal pasangan bata, jenis mortar, maupun kapasitas material tidak dapat dipastikan melalui observasi visual sehingga memerlukan pengujian teknis.
- e) Ketiadaan data teknis terverifikasi: Tidak tersedianya gambar teknis asli dan data material yang terverifikasi membatasi evaluasi kapasitas struktural secara kuantitatif. Oleh karena itu, penentuan kondisi aktual bangunan memerlukan investigasi teknis yang lebih mendalam.

Berdasarkan identifikasi tersebut, bangunan kolonial SMAN 1 Banda Aceh memiliki beberapa karakteristik arsitektur yang secara konseptual selaras dengan prinsip dasar bangunan tahan gempa, seperti konfigurasi massa yang relatif sederhana, keberadaan dinding masif, dan penggunaan penutup atap yang lebih ringan setelah renovasi. Namun, hasil penelitian ini tidak dapat digunakan sebagai bukti bahwa bangunan memenuhi persyaratan teknis bangunan tahan gempa. Evaluasi yang dilakukan merupakan evaluasi awal berbasis aspek arsitektur (preliminary assessment) yang bertujuan mengidentifikasi potensi kekuatan dan kelemahan bangunan sebagai dasar bagi investigasi struktur, pengujian material, dan analisis rekayasa lebih lanjut oleh tenaga ahli.

Implikasi dari temuan tersebut dibahas lebih lanjut pada Subbab 4.6.

4.6 Diskusi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa karakteristik arsitektur bangunan kolonial SMAN 1 Banda Aceh memiliki keselarasan konseptual dengan prinsip dasar bangunan tahan gempa. Karakteristik tersebut meliputi denah yang relatif simetris, konfigurasi massa yang kompak, dinding pasangan bata yang relatif tebal, serta bentuk atap yang sederhana. Menurut Bothara dan Brzev (2011), ket-

eraturan geometri, kontinuitas dinding, mutu konstruksi, dan keterikatan antarelelemen merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan secara terpadu dalam mengevaluasi perilaku bangunan *masonry* terhadap gempa. Oleh karena itu, karakteristik tersebut tidak dapat digunakan secara terpisah untuk menyimpulkan kinerja seismik bangunan.

Temuan ini juga memperkuat dan memperkaya penelitian terdahulu mengenai bangunan kolonial Belanda di Indonesia. Handinoto (2007) mengidentifikasi karakteristik arsitektur kolonial di Surabaya yang menekankan pengaruh iklim tropis terhadap bentuk dan proporsi bangunan; karakteristik simetri denah dan proporsi bukaan yang relatif besar pada SMAN 1 Banda Aceh sejalan dengan pola tersebut. Azis (2025), yang secara khusus mengidentifikasi karakter fasad kolonial pada tiga bangunan di Banda Aceh termasuk SMAN 1, memperkuat temuan penelitian ini mengenai keteraturan komposisi fasad, sementara penelitian ini melengkapinya dengan pengukuran ketebalan dinding dan perhitungan rasio bukaan yang belum dilakukan secara kuantitatif pada penelitian tersebut. Dibandingkan dengan Rahmah et al. (2024) pada SMPN 1 Lhokseumawe dan Dewi et al. (2024) pada Pendopo Bupati Aceh Tamiang, bangunan SMAN 1 Banda Aceh menunjukkan pola adaptasi tropis yang serupa berupa dinding masif dan bukaan berukuran besar, sehingga memperkuat gambaran bahwa strategi arsitektural tersebut merupakan ciri umum bangunan kolonial Belanda di Aceh, bukan keunikan pada satu objek saja. Sementara itu, kajian tipologi Art Deco kolonial oleh Ramli et al. (2020) di Kota Malang menunjukkan variasi gaya kolonial yang berbeda dari langgam indis pada SMAN 1 Banda Aceh, sehingga penelitian ini turut menegaskan keragaman karakter arsitektur kolonial Belanda antarwilayah di Indonesia. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini tidak berdiri sendiri, melainkan melengkapi kajian arsitektur kolonial yang telah ada dengan dimensi evaluasi ketahanan gempa yang belum banyak dibahas pada penelitian-penelitian sebelumnya.

Di sisi lain, hasil observasi juga mengidentifikasi beberapa aspek yang berpotensi memengaruhi respons bangunan terhadap gempa, seperti variasi geometri denah, proporsi bukaan yang cukup besar, serta kemungkinan penggunaan sistem *unreinforced masonry* (URM). Menurut Calvi et al. (2006) dan Bothara dan Brzez

(2011), karakteristik tersebut dapat meningkatkan kerentanan bangunan apabila tidak didukung oleh sistem pengikat, sambungan, dan elemen penahan gaya yang memadai. Namun, penelitian ini tidak melakukan verifikasi terhadap elemen struktur tersembunyi maupun pengujian material sehingga kondisi aktual sistem struktur tidak dapat dipastikan.

Keberlangsungan bangunan setelah gempa dan tsunami Aceh tahun 2004 juga tidak dapat dijadikan bukti bahwa bangunan memiliki kapasitas tahan gempa yang memadai. Kinerja bangunan pada saat kejadian dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti karakteristik guncangan, kondisi tanah, kualitas konstruksi, riwayat renovasi, dan interaksi antar elemen struktur, yang tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Dengan demikian, hasil penelitian ini perlu dipahami sebagai evaluasi awal berbasis aspek arsitektur (*preliminary assessment*) yang bertujuan mengidentifikasi karakteristik bangunan yang relevan untuk investigasi lebih lanjut. Temuan penelitian tidak digunakan untuk menilai kapasitas struktural maupun kepatuhan terhadap SNI 1726:2019, tetapi dapat menjadi dasar dalam penyusunan investigasi teknis, pengujian material, analisis struktur, serta perencanaan konservasi oleh tenaga ahli.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa konfigurasi massa memiliki keselarasan konseptual, sedangkan bentuk dan keteraturan denah, sistem struktur, material dinding, proporsi bukaan, serta sistem atap menunjukkan keselarasan sebagian dengan prinsip ketahanan gempa. Hasil tersebut memperkuat bahwa evaluasi arsitektural dapat digunakan sebagai tahap awal dalam penilaian bangunan bersejarah, tetapi tidak dapat menggantikan analisis rekayasa struktur secara kuantitatif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengevaluasi potensi ketahanan gempa bangunan kolonial Belanda SMAN 1 Banda Aceh berdasarkan aspek arsitektur melalui pendekatan kualitatif-arsitektural. Acuan evaluasi disusun melalui sintesis SNI 1726:2019 dan literatur bangunan *masonry*. Kesimpulan disusun secara berurutan untuk menjawab ketiga rumusan masalah penelitian. Seluruh hasil merupakan penilaian konseptual berdasarkan observasi, dokumentasi, data sekunder, dan studi literatur, bukan hasil perhitungan kapasitas struktur. Setiap poin kesimpulan pada Subbab 5.1.1 hingga 5.1.3 disusun dengan menyertakan dasar temuan lapangan yang mendukungnya, bukan sekadar ringkasan umum, agar keterkaitan antara data observasi dan pernyataan kesimpulan tetap dapat ditelusuri.

5.1.1 Karakteristik Arsitektur Bangunan Kolonial Belanda pada SMAN 1 Banda Aceh

Menjawab rumusan masalah pertama, bangunan utama SMAN 1 Banda Aceh masih memperlihatkan karakteristik arsitektur kolonial Belanda yang dapat diidentifikasi melalui enam aspek berikut:

1. Bentuk dan Keteraturan Denah: Bangunan memiliki susunan umum yang memanjang pada arah timur-barat dan memperlihatkan simetri bilateral. Namun, garis luar denah memiliki tonjolan, lekukan, serta beberapa sudut dalam lokal. Dimensi ketidakberaturan tersebut belum diukur untuk menentukan klasifikasi formal berdasarkan SNI 1726:2019.
2. Konfigurasi Massa: Massa bangunan tersusun secara kompak dalam satu kesatuan yang relatif simetris, terdiri atas massa utama di bagian tengah yang diapit oleh massa pendukung di kedua sisinya, tanpa pemisahan massa yang signifikan.
3. Sistem Struktur: Berdasarkan observasi lapangan dan perbandingan tiologi, bangunan diinterpretasikan didominasi sistem dinding pemikul beban dari pasangan bata masif. Tidak ditemukannya bukti visual tulangan

pada area yang dapat diamati belum cukup untuk memastikan seluruh dinding merupakan URM. Kondisi pondasi, elemen pengikat tersembunyi, dan material rangka atap belum diverifikasi melalui investigasi teknis.

4. **Material Dinding:** Dinding tersusun dari pasangan bata merah masif. Ketebalan dinding sekitar ± 30 cm diperoleh melalui pengukuran langsung peneliti pada dua titik pengamatan yang dapat diakses, yaitu kusen pintu dan kusen jendela. Hasil tersebut masih berada dalam kisaran karakteristik umum dinding pasangan bata pada bangunan kolonial berdasarkan literatur (Tutuko, 2018; Samsudi et al., 2020) dan digunakan sebagai data pendukung dalam evaluasi konseptual. Nilai tersebut tidak dimaksudkan sebagai representasi seluruh ketebalan dinding bangunan karena pengukuran hanya dilakukan pada titik yang dapat diakses. Kondisi visual dinding relatif baik, meskipun terdapat pengelupasan plester dan bata ekspos pada bagian tertentu; jenis mortar dan kondisi internal pasangan belum terverifikasi.
5. **Proporsi dan Distribusi Bukaan:** Fasad utama memiliki rasio bukaan sebesar 47,33% dari luas bidang dinding. Nilai ini diperoleh dari pengukuran pada fasad utama bangunan dan tidak mewakili keseluruhan fasad bangunan. Distribusi bukaan tersusun secara relatif simetris dan tidak berada pada sudut bangunan. Setiap bukaan dilengkapi dengan elemen lintel pada bagian atasnya.
6. **Sistem dan Konfigurasi Atap:** Bangunan menggunakan atap pelana dengan bentuk sederhana dan relatif simetris. Material penutup atap telah diganti menjadi lembaran seng sebagai bagian dari renovasi pascabencana 2004. Material rangka, kondisi sambungan, serta hubungan atap dengan dinding belum dapat diverifikasi secara langsung.

5.1.2 Tingkat Keselarasan Konseptual Karakteristik Arsitektur dengan Prinsip Ketahanan Gempa

Menjawab rumusan masalah kedua, hasil evaluasi menunjukkan bahwa satu aspek memiliki keselarasan secara konseptual dan lima aspek memiliki keselarasan sebagian dengan prinsip ketahanan gempa. Rinciannya adalah sebagai berikut:

1. **Bentuk dan Keteraturan Denah** dikategorikan selaras sebagian. Denah memiliki simetri bilateral dan susunan umum yang terorganisasi, tetapi juga

memperlihatkan tonjolan, lekukan, dan sudut dalam lokal. Karena rasio ketidakberaturan, pusat massa, pusat kekakuan, dan respons torsi belum dihitung, keteraturan horizontal tidak dapat dinyatakan secara formal.

2. Konfigurasi Massa dikategorikan selaras secara konseptual karena massa bangunan relatif kompak, menyatu, dan tersusun seimbang pada kedua sisi massa utama. Namun, pengaruh penambahan ruang dari periode berbeda tetap memerlukan verifikasi teknis pada hubungan antarelelemen.
3. Sistem Struktur dikategorikan selaras sebagian. Bidang dinding meneruskan menunjukkan jalur beban gravitasi yang dapat diinterpretasikan, tetapi keberadaan tulangan, ring balok, elemen pengikat, kondisi pondasi, dan detail sambungan belum dapat diverifikasi.
4. Material Dinding dikategorikan selaras sebagian. Dinding pasangan bata masif dengan ketebalan sekitar 30 cm secara geometris berpotensi memiliki rasio kelangsingan lebih rendah dibandingkan dinding yang lebih tipis pada tinggi yang sama. Namun, mutu bata, mortar, ikatan pasangan, dan kondisi internal dinding belum diuji sehingga ketebalan tidak dapat dijadikan bukti tunggal kapasitas seismik.
5. Proporsi dan Distribusi Bukaannya dikategorikan selaras sebagian. Bukaannya tersusun relatif simetris, tidak berada tepat pada sudut bangunan, dan dilengkapi lintel. Namun, rasio bukaan sebesar 47,33% pada fasad utama mengurangi luas efektif bidang dinding secara geometris dan dapat meningkatkan konsentrasi tegangan di sekitar bukaan; penelitian ini tidak menetapkan ambang aman maupun menghitung kapasitas lateral.
6. Sistem dan Konfigurasi Atap dikategorikan selaras sebagian karena bentuk atap pelana relatif sederhana dan penutup seng memiliki massa yang relatif ringan. Meskipun demikian, material rangka, kualitas sambungan, serta keterikatan atap dengan dinding belum dapat diverifikasi.

5.1.3 Kekuatan dan Kelemahan Arsitektural terhadap Ketahanan Gempa

Menjawab rumusan masalah ketiga, potensi kekuatan arsitektural bangunan meliputi:

- a. simetri bilateral dan susunan ruang yang relatif seimbang;
- b. konfigurasi massa yang kompak dan terbaca sebagai satu kesatuan;

- c. dinding pasangan bata masif dengan ketebalan sekitar 30 cm yang secara geometris berpotensi menurunkan rasio kelangsingan dibandingkan dinding yang lebih tipis pada tinggi yang sama;
 - d. distribusi bukaan yang relatif simetris dan dilengkapi lintel; serta
 - e. bentuk atap sederhana dengan penutup seng yang relatif ringan. Seluruhnya merupakan potensi konseptual dan bukan bukti kapasitas seismik.
- Potensi kelemahan atau aspek yang memerlukan verifikasi meliputi:

- a. kemungkinan perilaku getas apabila dinding terbukti merupakan pasangan bata tanpa tulangan atau Unreinforced Masonry;
- b. tonjolan, lekukan, dan sudut dalam lokal pada denah yang belum dievaluasi berdasarkan kriteria ketidakberaturan horizontal;
- c. rasio bukaan 47,33% pada fasad utama yang secara geometris mengurangi luas efektif bidang dinding dan dapat memengaruhi konsentrasi tegangan;
- d. stabilitas keluar bidang yang belum dapat ditentukan karena kondisi sambungan, tumpuan, pengekangan atap, dan elemen pengikat belum terverifikasi;
- e. degradasi plester, kelembapan, dan penuaan material; serta
- f. keterbatasan data teknis mengenai pondasi, tulangan, ring balok, sambungan, dan rangka atap.

Perlu ditegaskan bahwa butir (a) hingga (e) merupakan potensi kelemahan arsitektural yang melekat pada karakteristik bangunan itu sendiri, sedangkan butir (f) merupakan keterbatasan data teknis penelitian, bukan kelemahan bangunan. Kedua hal ini bersifat berbeda: kelemahan arsitektural menjadi dasar rekomendasi perkuatan, sedangkan keterbatasan data menjadi dasar rekomendasi investigasi teknis lanjutan sebagaimana diuraikan pada Subbab 5.2 dan 5.3.

5.1.4 Kontribusi Penelitian

Selain menjawab ketiga rumusan masalah, penelitian ini memberikan kontribusi sebagai berikut:

- 1) Kontribusi metodologis, berupa penyusunan kerangka evaluasi konseptual-arsitektural (Tabel 2.1 dan Tabel 3.1) yang mengoperasionalkan prinsip ketahanan gempa dalam SNI 1726:2019 beserta literatur bangunan *masonry* (FEMA 547, 2006; Calvi et al., 2006; Bothara & Brzev, 2011) menjadi indikator

arsitektural yang dapat diamati pada bangunan kolonial bersejarah tanpa gambar struktur maupun data teknis lengkap.

2) Kontribusi empiris, berupa data primer terukur pada bangunan SMAN 1 Banda Aceh, yaitu ketebalan dinding (± 30 cm), rasio bukaan fasad utama (47,33%), dan rasio tinggi terhadap ketebalan dinding ($\pm 13,3$), yang belum tersedia pada kajian terdahulu terhadap bangunan ini (bandingkan Azis, 2025) dan dapat menjadi data awal bagi investigasi teknis lanjutan.

3) Kontribusi praktis, berupa acuan awal bagi pengelola bangunan, akademisi, dan praktisi dalam merencanakan investigasi teknis serta strategi konservasi yang mempertimbangkan aspek ketahanan gempa pada bangunan kolonial bersejarah lain di kawasan rawan gempa, sebagaimana diuraikan pada Subbab 1.4.

Ketiga kontribusi tersebut bersifat konseptual dan metodologis, bukan kontribusi berupa nilai kapasitas struktural, sehingga tetap memerlukan tindak lanjut berupa investigasi teknis oleh tenaga ahli sebagaimana diuraikan pada Subbab 5.2 dan 5.3.

5.2 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil penelitian. Pertama, penelitian menggunakan pendekatan kualitatif-arsitektural sehingga tidak menghasilkan analisis kapasitas struktural secara kuantitatif. Evaluasi yang dilakukan merupakan penilaian konseptual berdasarkan observasi visual, pengukuran terbatas, dan perbandingan tipologi, bukan analisis rekayasa struktur.

Kedua, penelitian tidak mencakup pengujian material bata maupun mortar, investigasi sistem pondasi, serta verifikasi elemen struktur tersembunyi, seperti sambungan internal, elemen pengikat, dan hubungan antara struktur atap dengan dinding. Selain itu, gambar teknis orisinal dan data material yang terverifikasi tidak tersedia sehingga membatasi kedalaman analisis.

Ketiga, penelitian belum melakukan pengukuran untuk menentukan ketidakberaturan horizontal secara formal sesuai kriteria SNI 1726:2019 dan hanya berfokus pada bangunan utama SMAN 1 Banda Aceh. Oleh karena itu, hasil penelitian perlu dipahami sebagai evaluasi awal berbasis aspek arsitektur yang menjadi dasar

bagi investigasi teknis, pengujian material, dan analisis struktur yang lebih komprehensif pada penelitian selanjutnya.

5.3 Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan

Berdasarkan keterbatasan yang telah diuraikan, beberapa arah penelitian lanjutan yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian material nondestruktif (NDT): Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode *Non-Destructive Testing* (NDT) untuk mengidentifikasi kondisi dan mutu pasangan bata serta material penyusun lainnya. Apabila memungkinkan, hasil pengujian NDT dapat dikalibrasi melalui pengujian laboratorium atau metode semidestruktif guna memperoleh parameter material yang lebih akurat.
- b. Analisis struktural berbasis perangkat lunak: Evaluasi konseptual perlu dilengkapi dengan pemodelan dan simulasi struktur menggunakan perangkat lunak analisis untuk memperoleh gambaran perilaku bangunan terhadap beban gempa secara lebih menyeluruh.
- c. Investigasi kondisi pondasi: Penelitian lanjutan perlu melakukan kajian geoteknik dan investigasi kondisi pondasi karena aspek tersebut berpengaruh terhadap respons bangunan terhadap beban gempa, tetapi belum dikaji dalam penelitian ini.
- d. Perencanaan teknis perkuatan berbasis konservasi: Pengembangan strategi perkuatan perlu didasarkan pada hasil investigasi material dan analisis struktur dengan tetap menerapkan prinsip konservasi, seperti intervensi minimum, kompatibilitas material, keterbacaan perubahan, serta pelestarian nilai budaya sesuai pedoman ICOMOS dan *Burra Charter* (ICOMOS, 1964; Australia ICOMOS, 2013).
- e. Kajian komparatif bangunan kolonial di Aceh: Penelitian serupa pada bangunan kolonial Belanda lainnya di Aceh diperlukan untuk membandingkan karakteristik arsitektur, mengidentifikasi pola kerentanan maupun potensi ketahanan terhadap gempa, serta memperkaya referensi bagi upaya konservasi bangunan bersejarah di kawasan rawan gempa.

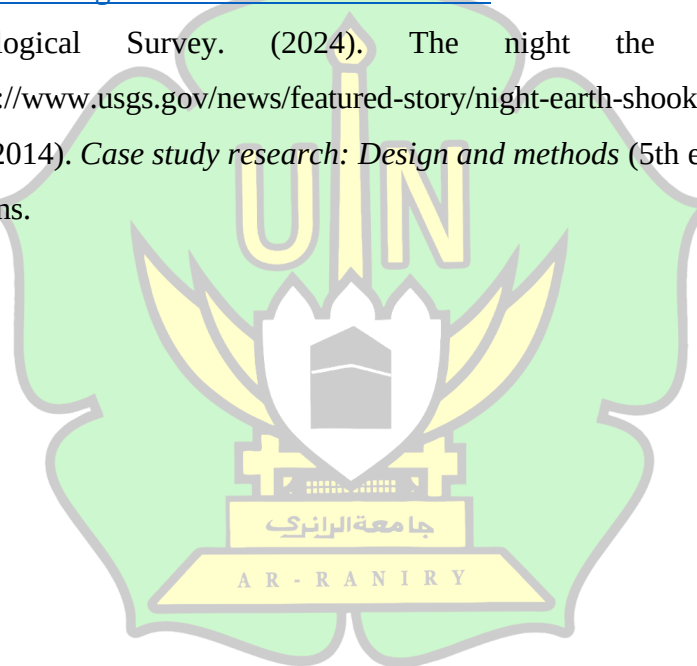
DAFTAR PUSTAKA

- Al Farisa, Z. D., Santosa, H., & Ernawati, J. (2024). Kualitas visual fasad bangunan kolonial di Kota Blitar berdasarkan persepsi dan pengetahuan publik. *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia*, 13(4), 217–223. <https://doi.org/10.32315/jlbi.v13i4.420>
- Arsip Nasional Republik Indonesia. (2022). Sejarah Balai Arsip Statis dan Tsunami. <https://bast.anri.go.id/page/profil/sejarah>
- Australia ICOMOS. (2013). *The Burra Charter: The Australia ICOMOS charter for places of cultural significance*. Australia ICOMOS. <https://australia.icomos.org/wp-content/uploads/The-Burra-Charter-2013-Adopted-31.10.2013.pdf>
- Azis, A. (2025). *Identifikasi karakteristik arsitektur kolonial pada fasad Bank Indonesia, Pendopo Gubernur Aceh, dan SMAN 1 Kota Banda Aceh* [Skripsi sarjana, Universitas Malikussaleh]. RAMA Universitas Malikussaleh. <https://rama.unimal.ac.id/id/eprint/9487/>
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (n.d.). Pengetahuan gempa bumi. Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah III. <https://bbmkg3.bmkg.go.id/tentang-gempa>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung*. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/12762-sni17262019>
- Bank Indonesia Institute. (2021). *Mendukung pertumbuhan ekonomi di daerah modal: Bank Indonesia dalam dinamika perekonomian Aceh*. Bank Indonesia. https://www.bi.go.id/id/bi-institute/publikasi/Documents/Buku_Seri_Sejarah_Heritage_Aceh.pdf
- Boen, T. (2006). Earthquake resistant design in Indonesia: Past and present challenges. In *Proceedings of the 100th Anniversary Earthquake Conference*. Earthquake Engineering Research Institute.
- Bothara, J., & Brzev, S. (2011). *A tutorial: Improving the seismic performance of stone masonry buildings*. Earthquake Engineering Research Institute. https://world-housing.net/wp-content/uploads/2011/06/Stone_Masonry_English.pdf

- Calvi, G. M., Pinho, R., Magenes, G., Bommer, J. J., Restrepo-Vélez, L. F., & Crowley, H. (2006). Development of seismic vulnerability assessment methodologies over the past 30 years. *ISET Journal of Earthquake Technology*, 43(3), 75–104.
- Coburn, A., & Spence, R. (2002). *Earthquake protection* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Dewi, M., Dafrina, A., & Novianti, Y. (2024). Identifikasi karakteristik arsitektur kolonial pada Pendopo Bupati di Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 5(1), 30–40. <https://doi.org/10.55616/jitu.v5i1.763>
- Dinas Kebudayaan dan Pariwisata Aceh. (2022). Gedung SMA Negeri 1 Banda Aceh. Registrasi Cagar Budaya Aceh. <https://budayaaceh.com/cagar-budaya/275/gedung-sma-negeri-1-banda-aceh>
- Direktorat Pembinaan SMA. (2017). *Profil SMA: SMA dari masa ke masa*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. <https://repositori.kemendikdas-men.go.id/18468/1/SMA%20dari%20Masa%20ke%20Masa.pdf>
- Fattah, A. A. (2018, Juli 28). Mengungkap Kerkhoff. *Serambinews.com*. <https://aceh.tribunnews.com/2018/07/28/mengungkap-kerkhoff>
- Federal Emergency Management Agency. (2006). *Techniques for the seismic rehabilitation of existing buildings* (FEMA 547). <https://www.fema.gov/node/techniques-seismic-rehabilitation-existing-buildings>
- Feilden, B. M. (2003). *Conservation of historic buildings* (3rd ed.). Architectural Press.
- Griffith, M. C., Magenes, G., Melis, G., & Picchi, L. (2003). Evaluation of out-of-plane stability of unreinforced masonry walls subjected to seismic excitation. *Journal of Earthquake Engineering*, 7(S1), 141–169. <https://doi.org/10.1080/13632460309350476>
- Handinoto. (2007). *Perkembangan kota dan arsitektur kolonial Belanda di Surabaya 1870–1940*. LPPM Universitas Kristen Petra.

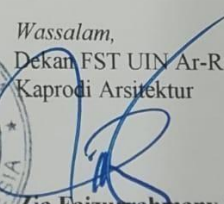
- ICOMOS. (1964). *International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter)*. https://www.icomos.org/charters/venice_e.pdf
- Karić, A., Atalić, J., & Kolbitsch, A. (2022). Seismic vulnerability of historic brick masonry buildings in Vienna. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 20(8), 4117–4145. <https://doi.org/10.1007/s10518-022-01367-2>
- Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah. (n.d.). Data pokok pendidikan: SMAN 1 Banda Aceh. Dapodikdasmen. <https://dapo.dikdasmen.go.id/sekolah/0088526127E181A44067>
- Klinkhamer, J. F., & Ouëndag, B. J. (1902). *Blueprints for Lawang Sewu* [Gambar arsitektur]. Wikimedia Commons. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blueprints_for_Lawang_Sewu.jpg
- Kusno, A. (2000). *Behind the postcolonial: Architecture, urban space and political cultures in Indonesia*. Routledge.
- Leumiek, H. K. (2016). *Potret sejarah Banda Aceh*.
- Plevoets, B., & Van Cleempoel, K. (2011). Adaptive reuse as a strategy towards conservation of cultural heritage: A literature review. *WIT Transactions on the Built Environment*, 118, 155–164. <https://doi.org/10.2495/STR110131>
- Prihatmaji, Y. P. (2007). Perilaku struktural rumah tradisional Joglo terhadap beban gempa. *Jurnal INERSIA*, 3(1), 14–22.
- Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rahmadhana, A. (2020). *Peninggalan warisan kolonial Belanda di Banda Aceh sebagai objek wisata budaya* [Skripsi sarjana, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh]. Repository UIN Ar-Raniry. <https://repository.ar-raniry.ac.id/15331/>
- Rahmah, C. N., Munir, A., & Fuady, M. (2024). Colonial building design strategies for tropical climates: Case study at SMPN 1 Lhokseumawe. *Ideology Journal*, 9(2), 385–393. <https://doi.org/10.24191/idealogy.v9i2.654>
- Ramli, M., Santosa, H., & Antariksa. (2020). Arsitektur Art Deco kolonial Kota Malang periode 1920–1938. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 4(2), 87–96.

- Samsudi, S., Kumoro W., A., Paramita, D. S. P., & Dianingrum, A. (2020). *Aspek-aspek arsitektur kolonial Belanda pada bangunan Pendopo Puri Mangkunegaran Surakarta*. *Arsitektura*, 18(1), 166–174.
<https://doi.org/10.20961/arst.v18i1.40893>
- Sharif, I., Meisl, C. S., & Elwood, K. J. (2007). Assessment of ASCE 41 height-to-thickness ratio limits for URM walls. *Earthquake Spectra*, 23(4), 893–908.
<https://doi.org/10.1193/1.2790488>
- SMA Negeri 1 Banda Aceh. (n.d.). *Sejarah SMA Negeri 1 Banda Aceh*.
<https://sman1bandaaceh.sch.id/>
- Tutuko, P. (2018). *Ciri khas arsitektur rumah Belanda (studi kasus rumah tinggal di Pasuruan)*. *Mintakat: Jurnal Arsitektur*, 4(1).
<https://doi.org/10.26905/mintakat.v4i1.1954>
- U.S. Geological Survey. (2024). The night the Earth shook.
<https://www.usgs.gov/news/featured-story/night-earth-shook>
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage Publications.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian Observasi

	KEMENTERIAN AGAMA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI Alamat: Jl. Syekh Abdurrauf Kopelma Darussalam Banda Aceh Telp. 0651- 7552921 email : fst@arraniry.ac.id	
Nomor	: B- 578 /Un.08/ARS/KP.01.2/04/2026	Banda Aceh, 14 April 2026
Sifat	: Biasa	
Lampiran	: -	
Hal	: Permohonan Surat Rekomendasi Penelitian	
 Kepada Yth. Kepala Dinas Pendidikan Provinsi Aceh Jl. Tgk Mohd. Daud Beureueh, Bandar Baru, Kec. Kuta Alam Banda Aceh		
 Assalamualaikum Wr. Wb.		
Sehubungan dengan Mata Kuliah (MK) Studio Tugas Akhir (TA) sebagai rangkaian syarat menyelesaikan Program Strata-I pada Program Studi Arsitektur UIN Ar-Raniry Banda Aceh, terhadap mahasiswi berikut:		
Nama	: SRI MAYANTI	
NIM	: 220701095	
Judul Skripsi/ TA	: Analisis Ketahanan Bangunan Kolonial Belanda terhadap Gempa berdasarkan Aspek Arsitektur (Studi Kasus SMAN 1 Banda Aceh)	
No. Telp/HP	: 081260265561	
kami mengharapkan bantuannya supaya mahasiswi yang bersangkutan diberikan rekomendasi atau diizinkan memperoleh data-data pendukung untuk tujuan keilmuan (akademik) pada lembaga/institusi dibawah lingkup koordinasi atau kewenangan Bapak/Ibu yaitu:		
Nama Lembaga/Institusi	: SMA Negeri 1 Banda Aceh	
Alamat Lembaga/Institusi	: Jl. Prof. A. Majid Ibrahim II No. 1, Punge Jurong, Kec. Meuraxa, Kota Banda Aceh	
melalui metode observasi/wawancara/kuesioner/dokumentasi yang disesuaikan dengan kebutuhan.		
Demikian permohonan rekomendasi ini dibuat, dan atas keizinan, bantuan dan kerjasamanya, kami mengucapkan terima kasih.		
		Wassalam, Dekan FST UIN Ar-Raniry Kaprodi Arsitektur  Lia Faizurrahmany El Faridy



PEMERINTAH ACEH
DINAS PENDIDIKAN
Jalan Tgk. H. Mohd Daud Beureueh Nomor 22 Banda Aceh Kode Pos
23121 Telepon (0651) 22620, Faksimil: (0651) 32386
Laman: disdik.acehprov.go.id, Pos-el: disdik@acehprov.go.id

Banda Aceh, 17 April 2026

Nomor : 400.3.8/5232
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Izin Penelitian

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Banda Aceh
di –
Tempat

Sehubungan dengan surat Ketua Prodi Arsitektur Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Nomor: B-578/Un.08/ARS/KP.01.2/04/2026 Tanggal 14 April 2026, dengan ini kami memberikan izin kepada :

Nama : Sri Mayanti

Judul Penelitian : "Analisis Ketahanan Bangunan Kolonial Belanda Terhadap Gempa Berdasarkan Aspek Arsitektur (Studi Kasus SMAN 1 Banda Aceh)"

Namun untuk maksud tersebut kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Mengingat kegiatan ini akan melibatkan para guru atau siswa, diharapkan agar dalam pelaksanaannya tidak mengganggu proses belajar mengajar;
2. Harus mentaati semua ketentuan peraturan Perundang-undangan, norma-norma atau adat istiadat yang berlaku;
3. Melaporkan dan menyerahkan hasil penelitian kepada pejabat yang menerbitkan surat izin penelitian;
4. Demi kelancaran kegiatan tersebut, hendaknya dilakukan koordinasi terlebih dahulu antara instansi yang bersangkutan dengan Kepala Sekolah setempat;
5. Sejalan dengan komitmen Dinas Pendidikan Aceh untuk mewujudkan Zona Integritas Menuju Wilayah Bebas Korupsi (WBK) dan Wilayah Birokrasi Bersih dan Melayani (WBBM), kami mohon dukungan untuk tidak meminta/memberi sesuatu diluar aturan perundang-undangan yang berlaku.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami ucapkan terima kasih.

KEPALA DINAS PENDIDIKAN ACEH,



MURTHALAMUDDIN, S.Pd., MSP
PEMBINA TINGKAT I
NIP. 197011301993071001