

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bangunan Cagar Budaya

Cagar budaya dapat diartikan sebagai warisan yang diturunkan secara spiritual dan material (Pavlovskis et al., 2019). Warisan budaya dari masa lalu menggambarkan ciri khas tradisi terdahulu dan diturunkan terus menerus hingga ke generasi mendatang (Firmansyah, 2020). Menurut Sujana (2017), cagar budaya merupakan kekayaan bangsa yang menggambarkan kehidupan dan pemikiran manusia pada masa lalu seiring dengan berjalannya waktu serta perkembangan ilmu pengetahuan dan kebudayaan bermasyarakat. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010 bab 1 pasal 1(2) menjelaskan bahwa bangunan cagar budaya merupakan susunan binaan yang terbuat dari benda alam atau benda buatan manusia untuk memenuhi kebutuhan ruang ber dinding dan/atau tidak ber dinding, dan beratap (Kemenhum & HAM RI, 2010). Kriteria bangunan cagar budaya yang dijelaskan dalam pasal 5 Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010, yaitu bila bangunan sudah berusia lima puluh tahun atau lebih, mewakili masa gaya paling singkat berusia lima puluh tahun memiliki arti khusus bagi sejarah, ilmu pengetahuan, agama, pendidikan, dan/atau kebudayaan, serta memiliki nilai budaya bagi kepribadian bangsa.

Bangunan cagar budaya mendapatkan penanganan pelestarian khusus dibandingkan bangunan lainnya sesuai dengan ketentuan yang tertera dalam Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2010. Dalam Pedoman Operasional Pelaksanaan Konvensi Benda Cagar Dunia WHC. 1/12 Juli 2012 yang dipaparkan oleh World Heritage Centre (2012) dijelaskan bahwa suatu benda cagar budaya harus mengandung unsur kemanfaatan (*sustainability use*), integritas (*integrity*), dan keaslian (*authenticity*). Arsitektur tradisional sebagai salah satu wujud cagar budaya berwujud arsitektur harus dilestarikan (Zain, 2014). Pelestarian cagar budaya dilakukan dengan merekam dasar dan nilai penting warisan budaya, serta menjadi bukti untuk menunjukkan keberadaan manusia di masa lalu (Syaifullah & Wibowo, 2017).

2.2 Elemen Fisik Bangunan Cagar Budaya

Bangunan cagar budaya tersusun atas elemen bangunan yang tergabung dan menunjukkan identitas arsitektur yang asli dan berharga. Identitas dari susunan elemen tersebut terlihat dari sisi eksterior bangunan hingga interior bangunan. Menurut Pavlovskis et al. (2019), elemen-elemen tersebut dikelompokkan dalam elemen struktural, non-struktural, dan ornamen dekoratif.

2.2.1 Elemen Struktural

Elemen struktural merupakan elemen yang berfungsi untuk mentransfer beban bangunan, dicirikan dari koneksi antar struktur (Riggio et al., 2018). Struktur berupa objek fisik nyata yang terdiri dari bagian-bagian namun berfungsi sebagai satu kesatuan. Menurut Pavlovskis et al. (2019) mengatakan bahwa secara struktural, fisik bangunan tersusun dari elemen lantai, kolom, balok, dinding, dan atap. Zain & Fajar (2014) menjelaskan bahwa elemen struktural bangunan terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- a. Struktur bawah (*sub-structure*), terdiri dari pondasi dan balok pengaku.
- b. Struktur tengah (*bottom side superstructure*), terdiri dari gelegar, lantai, rangka dan dinding, serta balok pengaku.
- c. Struktur atas (*upper side superstructure*), terdiri dari gelegar dan lantai, parak, dinding parak, serta kuda-kuda dan atap.

2.2.2 Elemen Non-Struktural

Elemen non-struktural merupakan elemen bangunan yang tidak berfungsi sebagai penahan beban utama. Keberadaan elemen non-struktural tidak mempengaruhi kekuatan dan kekokohan bangunan. Namun, susunan elemen non-struktural dapat menggambarkan karakter atau kekhasan bangunan yang membedakannya dengan bangunan lain (Sukarno, 2014).

Menurut Nor & Isa (2015) elemen non-struktural terdiri dari tingkap, dinding, bumbung, tebar layar, tangga dan pintu. Pavlovskis et al. (2019) mengatakan bahwa elemen non-struktural meliputi tembok pembatas ruang, jendela dan pintu, balkon, dan fasad arsitektural. Krier (2001) dalam Laksana et al. (2021) menjelaskan elemen arsitektural penyusun utama ruang terdiri dari lantai, kolom, dinding, langit-

langit, jendela, pintu, atap, dan pelindung matahari. Elemen dinding yang tergolong non-struktural harus diperkuat dengan rangka untuk konstruksi bangunan kayu.

2.2.3 Elemen Ornamen Dekoratif

Elemen ornamen dekoratif merupakan pelengkap elemen struktural dan non-struktural yang tersebar diseluruh bagian bangunan (Nor & Isa, 2015). Ornamen merupakan hal yang identik dengan fungsi konstruktif, estetis, dan simbolis yang menggambarkan karakter sebuah bangunan (Hamzah & Indriana, 2020). Ornamen dapat terbentuk dari susunan elemen bangunan yang memiliki nilai estetika untuk memperindah bangunan arsitektur dan mengandung makna tertentu yang memiliki kaitan terhadap fungsi (Faisal & Wihardyanto, 2013).

Faisal & Wihardyanto (2013) menjelaskan lebih lanjut bahwa elemen ornamen arsitektur dapat bersumber dari alam seperti flora, fauna, atau benda-benda lainnya yang penggunaannya dapat berupa bentuk asli asalnya maupun bentuk modifikasi. Wujud ornamen bangunan bisa dalam seni ukir dari material kayu yang mengandung nilai norma hidup, keharmonisan, topografi, iklim, maupun keindahan yang menggambarkan kearifan lokal setempat (Repi et al., 2020). Keberadaan ornamen simbolis sebagai instrumen fisik dapat memperkuat karakter simbol-simbol secara keseluruhan yang ada pada bangunan (Lake et al., 2019).

2.3 Kayu

2.3.1 Karakteristik

Kayu merupakan salah satu material konstruksi elemen struktural bangunan tradisional tertua di dunia, khususnya wilayah yang memiliki hutan lebat (Uzun et al., 2018; Firmansyah, 2020). Material kayu diperoleh dari hutan dan tanaman lokal masyarakat dengan keistimewaan yang beragam, seperti kekuatan kayu yang tahan lama, ketahanan terhadap cuaca dan panas, kayu dapat menjadi elemen dekoratif dengan visual yang menarik, harga terjangkau serta mudah didapatkan (Lestari et al., 2016). Usia kayu bergantung dengan interaksinya terhadap lingkungan karena sifat kayu yang berpori dan tidak homogen (Konopka et al., 2017). Pranata & Suryoatmono (2014) mengatakan kekuatan kayu dipengaruhi oleh arah tekan dan

arah serat kayu. Titik terkuat dan terkaku kayu adalah arah longitudinal atau searah serat kayu.

Karakteristik kayu menurut (Reinprecht, 2016), yaitu:

- a. Sifat kekuatan kayu relatif tinggi bergantung pada tingkat kerapatan setiap jenis kayu
- b. Massa jenis kayu berdaun lebar lebih padat dari kayu tumbuhan runjung
- c. Sifat insulasi termal kayu tidak tahan terhadap suhu di atas 150°C
- d. Sifat kelembaban kayu menyesuaikan kondisi iklim setempat yang mempengaruhi daya tahan, kekuatan, dan penggunaan kayu

2.3.2 *Damage, stain dan decay*

Kerusakan (*damage*) kayu dapat menurunkan sifat kekuatan kayu terutama saat kondisi kayu sedang basah (Reinprecht, 2016). Kayu yang mengalami kerusakan pada bagian permukaannya digolongkan sebagai kerusakan ringan (Frankl, 2015). Faktor kerusakan kayu berdasarkan sumber kerusakannya dibedakan menjadi kerusakan biotik dan kerusakan abiotik.

Noda (*stains*) ditunjukkan dengan terbentuknya suatu pola atau adanya perubahan warna pada permukaan kayu hingga serat-serat kayu (Pournou, 2020). Zabel & Morrell (2020) mengatakan noda akibat perubahan warna pada kayu ditandai dengan kandungan kalsium karbonat yang sangat tinggi dan adanya lengkungan yang berlebihan.

Pembusukan (*decay* atau *rots*) kayu merupakan jenis kerusakan kayu yang terjadi akibat jamur yang menetap di kayu serta memanfaatkan nutrisi dan kelembaban di dalam kayu (Goud et al., 2011). Pembusukan terlihat dari perubahan karakteristik fisik kayu yang ditandai dengan perubahan warna, kehancuran, dan pelunakan (Zabel & Morrell, 2020). Zabel & Morrell (2020) menjelaskan perubahan signifikan terjadi pada biomassa dinding sel dengan penurunan sifat guna kayu yang biasanya terjadi mulai dari bagian dalam kayu atau bagian yang tidak dapat diakses langsung akibat faktor biotik (aktivitas mikroorganisme) maupun abiotik (aktivitas kimiawi).

2.3.3 Kerusakan Biologis dan Non-Biologis

Kerusakan biologis atau biodegradasi pada kayu merupakan kerusakan yang disebabkan oleh aktivitas makhluk hidup, seperti serangga, jamur, bakteri, parasit spermatofit, vertebrata sinantropik, penggerek laut, dan manusia (Reinprecht, 2016). Kerusakan non-biologis pada kayu merupakan kerusakan yang disebabkan oleh interaksi kayu dengan alam atau lingkungan sekitar, seperti faktor termal, faktor cuaca, faktor mekanis, dan faktor bahan kimia (Zabel & Morrell, 2020). Kerusakan biologis dan non-biologis dibahas lebih lanjut berikut ini:

a. Jamur

Jamur merupakan organisme parasit yang hidupnya menumpang dan mengambil substrat organik makhluk hidup lain, dengan jenis dan dampak yang berbeda, yaitu jamur pembusuk kayu (rots), jamur pewarna kayu dan pembentuk kayu (stain and moulds) (Reinprecht, 2016). Pembusukan kayu oleh jamur dibedakan menjadi brown rot, white rot dan soft rot (Singh & Singh, 2014).

Brown rot atau pembusuk coklat merupakan jamur dengan tingkat kerusakan tertinggi dan paling umum dalam degradasi kayu dimana menyerang selulosa, hemiselulosa, dan struktural karbohidrat dinding sel sehingga kekuatan kayu mekanik menghilang dan menjadi rapuh (Ringman et al., 2019). Brown rot menggunakan agen biokimia dengan berat molekul rendah yang mampu menyebabkan degradasi atau kerusakan kayu lebih lanjut (Monrroy et al., 2011) serta mengubah tingkat molekuler hingga struktur geometris (Reinprecht, 2016). Jamur pembusuk coklat meninggalkan efek noda warna kuning dan coklat pada kayu (Reinprecht, 2016) namun tidak dapat menembus fungsi lignin kayu (Shang et al., 2013).

White rot atau pembusuk putih merupakan satu-satunya mikroorganisme yang mampu mendegradasi semua komponen pada kayu secara efisien (Zhang et al., 2016), dimana jamur pembusuk putih menyerang selulosa, hemiselulosa hingga dapat menembus fungsi lignin kayu. Jamur pembusuk putih menyerang dinding sel dalam bentuk erosi dengan arah yang tidak teratur (Reinprecht, 2016). Pembusukan oleh white rot meninggalkan efek noda berwarna terang (Shang et al., 2013).

Jenis jamur pembusuk yang terakhir adalah soft rot, pembusuk lunak atau soft wood merupakan jenis jamur yang menyerang polisakarida khususnya selulosa dan

lignin kayu (Reinprecht, 2016). Lebih lanjut ungkapannya, jamur ini dapat menyebabkan pelapukan pada seluruh dinding sel sekunder sehingga menjadi kurang kuat dan rapuh serta meninggalkan efek noda berwarna coklat menyerupai brown rot.

Jamur pewarna kayu merupakan jamur yang memberikan efek warna pada permukaan kayu (Van Nieuwenhuijzen et al., 2016) dengan cara menembus sel-sel kayu melalui dinding sel (Reinprecht, 2016). Shupe et al. (2008) mengatakan jamur jenis ini tidak memberikan pengaruh yang besar pada kekuatan dan tekstur kayu namun merubah warna kayu dan meningkatkan permeabilitas dan daya serap air. Noda warna setiap jamur berbeda dan beragam, seperti efek warna hitam, hijau, biru, coklat, kuning, abu-abu, merah, dan violet. Jamur pembentuk kayu atau moulds merupakan jamur yang menyerang permukaan lembab kayu dengan peningkatan kandungan pati dan tidak mengurangi kekuatan kayu, namun berefek pada proses mengolah kayu serta dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan kulit dan pernapasan manusia (Reinprecht, 2016).

Jamur merupakan masalah serius penyebab pembusukan pada kayu. Klasifikasi jenis setiap jamur dapat diketahui melalui uji lab, namun keberadaan terhadap jamur dapat diketahui melalui observasi visual untuk dilakukan penilaian awal (Palanti et al., 2014; Austigard & Mattsson, 2020) .

b. Faktor Cuaca

Kerusakan pada struktur kayu oleh faktor cuaca berkaitan dengan adanya interaksi kayu dengan perubahan iklim dan cuaca terkait paparan radiasi termal, fotoradiasi, perubahan kelembaban, angin, hujan, polusi, erosi, maupun degradasi fotokimia yang terjadi secara langsung dan terus menerus mengakibatkan terjadinya reaksi oksidasi pada lignin kayu, hingga reaksi hidrolitik dan fotolitik pada hemiselulosa kayu sehingga mengakibatkan pelapukan kayu (Reinprecht, 2016). Lebih lanjut imbuhnya, penurunan kondisi kayu akibat depolimerisasi hemiselulosa dan lignin menyebabkan kayu menjadi lebih rentan dan mudah diserang berbagai jenis jamur dan serangga maupun zat lainnya. Zabel & Morrell (2020) memperjelas penyebab utama pelapukan pada kayu adalah akibat fotodegradasi oleh ultra violet dan terjadinya oksidasi.

c. Faktor Mekanis

Keausan mekanis pada kayu merupakan sumber kerusakan kecil dengan melibatkan kekuatan merusak dan pelepasan permukaan kayu (erosi fragmen) (Zabel & Morrell, 2020). Beberapa kasus keausan mekanis kayu seperti permukaan kayu terkikis dan terbelah akibat beban berat dengan sudut tajam, partikel pasir yang terdorong angin dan mengenai permukaan kayu tidak di cat akan meninggalkan kerusakan mekanis, serta retak atau pecah akibat gesekan pada permukaan kayu.

d. Faktor Bahan Kimia

Efek kerusakan kayu akibat kontaminasi dengan bahan kimia agresif akan timbul berdasarkan waktu paparan, jenis, konsentrasi dan suhu bahan kimia serta tergantung pada tingkat kelembaban kayu itu sendiri, salah satu efeknya adalah perubahan warna struktur kayu (Reinprecht, 2016). Dekomposisi kimiawi sebagai proses dari hidrolisis dan oksidasi pada kayu dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu akibat paparan asam kuat, basa kuat, dan zat pengoksidasi kuat serta beberapa larutan pelarut organik lainnya (Zabel & Morrell, 2020). Reinprecht (2016) mengatakan bahan kimia agresif yang dimaksud adalah asam, alkali, garam maupun pengoksidasi dalam bentuk apapun, contohnya asam nitrat, asam klorida, asam sulfat dan jenis asam agresif lainnya, dimana polisakarida kayu akan terhidrolisis secara perlahan menyebabkan sifat hemiselulosa kayu tidak stabil saat terjadinya hidrolisis namun sifat lignin kayu cukup bertahan saat beraksi dengan bahan kimia non pengoksidasi.

2.4 *Building Information Modeling (BIM)*

Building Information Modeling atau BIM merupakan representasi digital yang menjelaskan karakteristik fisik dan fungsional dari objek-objek terbangun untuk mengambil keputusan (Volk et al., 2014). BIM dikembangkan untuk merancang, membangun, dan mengelola gedung serta fasilitas baru di masa mendatang (Dore et al., 2015). BIM dapat menghubungkan semua jenis informasi ke model parametrik 3D, baik yang menjelaskan tentang struktural, infrastruktur,

maupun lainnya. Informasi BIM menjelaskan tentang informasi tentang biaya, sifat fisik dan mekanik material, hingga fase konstruksi pada waktu yang berbeda (Mol et al., 2020).

BIM memiliki potensi dalam pengumpulan data warisan atau cagar budaya yang kompleks baik berwujud maupun tidak berwujud (Fai et al., 2011). Penggunaan BIM pada bangunan cagar budaya bertujuan untuk menilai kecukupan metode untuk dokumentasi, pengelolaan, dan restorasi warisan bersejarah (Bruno & Roncella, 2018). BIM mampu memodelkan dan menyediakan data terkait ukuran hingga bagian bangunan yang kompleks (Tommasi et al., 2016). Walaupun penerapan BIM pada bangunan eksisting tidaklah mudah dikarenakan kesulitan mengidentifikasi material yang digunakan pada konstruksi maupun kendala lain (Giudice & Osello, 2013).

2.5 *Historic Building Information Modeling (HBIM)*

HBIM merupakan teknologi untuk mengelola dan melestarikan bangunan cagar budaya yang menyediakan bacaan yang mudah dan cerdas (Nagy & Ashraf, 2021). HBIM merupakan database dinamis bangunan bersejarah dengan koordinasi yang lebih baik dari dokumentasi konstruksi, dimana hubungan spasial, geometri, informasi geografis, dan kuantitas dari komponen bangunan terstruktur dan didokumentasikan (Volk et al., 2014). HBIM juga didefinisikan sebagai model penggabungan database parametrik dan komprehensif beserta visualisasi multidimensi untuk menciptakan arus data dan penyediaan informasi (Fai & Sydor, 2013). Menurut Murphy et al. (2013), secara otomatis HBIM menghasilkan gambar teknik lengkap yang dapat digunakan untuk konservasi struktur hingga lingkungan bersejarah.

Secara umum, HBIM banyak digunakan untuk menyimpan informasi area peluruhan yang terjadi pada bangunan dengan memanfaatkan alat digital untuk mendokumentasikan bangunan bersejarah (Lanzara et al., 2021). Lebih lanjut imbuhnya, informasi terkait peluruhan pada permukaan bangunan dapat dilakukan dengan grafis pola dan warna yang diberikan deskripsi menggunakan kode.

Proses pemodelan HBIM menurut pemaparan Dore & Murphy (2012) sebagai berikut:

a. Pengumpulan data

Dengan melakukan survei bangunan bersejarah untuk memperoleh data menggunakan metode survei tradisional dan metode survei tingkat tinggi.

b. Pengolahan data

Proses ini melibatkan desain dan konstruksi objek parametrik. Data dari masing-masing metode survei diolah secara independen dan kemudian digabungkan.

c. Penyatuan data

Objek bangunan bersejarah yang menggunakan sistem BIM disebut sebagai komponen parametrik. Perpustakaan prototipe objek parametrik dipetakan ke titik cloud. Data titik cloud untuk HBIM dapat diperoleh dari teknik berbasis gambar (fotogrametri, SfM) dan basis jangkauan (LiDAR, SLAM, dan lainnya) (Chiabrando et al., 2017). Produk akhir berupa model 3D beserta detail dengan metode konstruksi dan komposisi materialnya. Dengan ini, pemodelan 3D HBIM juga menghasilkan gambar teknik secara lengkap dan informatif untuk konservasi dan pengelolaan bangunan bersejarah.

2.6 Sejarah Kabupaten Sambas

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 1959 tentang penetapan Undang-Undang Darurat Nomor 3 Tahun 1953 tentang Pembentukan Daerah Tingkat II di Kalimantan Barat, sistem Kewedanan Sambas yang merupakan sebutan pada masa pemerintahan Belanda dihapuskan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sambas, 2021). Dalam Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1999 tentang Pembentukan Daerah Tingkat II Bengkayang dijelaskan bahwa pemerintah daerah Kabupaten Sambas berpindah dari Kota Singkawang ke Kota Sambas. Pada awal perpindahan, Kabupaten Sambas hanya terdiri dari 9 kecamatan saja. Namun, tahun 2007 terjadi pemekaran wilayah sehingga Kabupaten Sambas terdiri dari 19 kecamatan dan 193 desa.

Kabupaten Sambas berjarak 230 km dari Ibu Kota Provinsi Kalimantan Barat, Pontianak. Kabupaten Sambas berada pada posisi koordinat $2^{\circ}08' - 0^{\circ}33'$ Lintang Utara dan $108^{\circ}39' - 110^{\circ}04'$ Bujur Timur dengan luas wilayah 6.395 km^2 . Secara administratif, sisi utara Kabupaten Sambas berbatasan dengan Sarawak, Malaysia

Timur, sisi selatan Kabupaten Sambas berbatasan dengan Kota Singkawang dan Kabupaten Bengkayang, sisi timur Kabupaten Sambas berbatasan dengan Kabupaten Bengkayang dan Sarawak, Malaysia Timur, serta sisi barat Kabupaten Sambas berbatasan dengan Selat Karimata, Laut Cina Selatan.

Penduduk Kabupaten Sambas berjumlah 659.905 jiwa berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Sambas, 2021). Kepadatan penduduk sekitar 98 jiwa per kilometer persegi atau sejumlah 3.264 jiwa per desa. Data demografi menunjukkan populasi penduduk terbanyak memeluk agama Islam, yaitu sekitar 87,97% dari total penduduk di Kabupaten Sambas dengan suku mayoritas Melayu Sambas.

2.7 Kondisi Klimatik Kabupaten Sambas

Hujan turun di Kabupaten Sambas sepanjang tahun. Rata-rata curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember yang mencapai 195 milimeter dan rata-rata curah hujan terendah 69 milimeter terjadi pada bulan Juli. Rata-rata curah hujan per tahun mencapai 122,42 milimeter. Suhu udara tertinggi di Kabupaten Sambas terjadi pada bulan Agustus yang mencapai 35 °C, sedangkan suhu udara terendah terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, Juli, September dan Desember yang mencapai 23 °C. Rata-rata suhu udara tertinggi mencapai 32 °C pada bulan Agustus dan 30,3 °C/tahun, sedangkan rata-rata suhu udara terendah 24 °C pada bulan Januari dan Februari, serta 23,5 °C/tahun.

Tabel 2. 1 Data suhu dan curah hujan Kabupaten Sambas

	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
●	163	100	98	120	120	77	69	91	118	151	167	195
●	29	29	30	30	31	31	31	32	31	30	30	29
○	32	32	33	33	33	34	34	35	34	34	33	32
●	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
○	23	23	23	24	24	24	23	24	23	24	24	23

Keterangan:

- Curah hujan (mm)
- Rata-rata suhu tertinggi (°C)
- Suhu tertinggi (°C)
- Rata-rata suhu terendah (°C)
- Suhu terendah (°C)

Sumber: Meteoblue.com, 2022

Berdasarkan data tabel 2.2, hari cerah terlama terjadi pada bulan Juli selama 4,3 hari dengan kondisi paling berawan selama 18,2 hari pada bulan Juni. Bulan paling mendung terjadi pada November sepanjang 16,8 hari. Kabupaten Sambas selalu dituruni hujan sepanjang tahun dengan rata-rata jumlah hari terlama pada bulan Oktober yang mencapai 26,7 hari dalam sebulan.

Tabel 2. 2 Data hari cerah, berawan, dan presipitasi di Kabupaten Sambas

	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
●	2,2	3,3	3,3	1	2,3	2,7	4,3	4	1,7	0,8	0,2	0,8
○	15,9	14,5	16,7	16,5	16,5	18,2	17,9	17,8	16,4	15,6	13	13,8
●	12,9	10,5	11	12,5	12,3	9,1	8,8	9,2	11,9	14,6	16,8	16,3
●	20,4	17,6	21,2	25,2	26,1	24,4	23,2	23,7	25,1	26,7	26,3	23,9

Keterangan:

● Cerah (hari)

● Mendung (hari)

○ Berawan (hari)

● Hujan (hari)

Sumber: Meteoblue.com, 2022

Data tabel 2.3 menunjukkan bahwa angin dominan berembus dari arah utara dan selatan. Dari sisi utara, angin dengan kecepatan hembusan 0,0 m/s terjadi selama 35 jam/tahun, angin dengan kecepatan hembusan >0,3 m/s terjadi selama 549 jam/tahun, kecepatan angin >1,6 m/s terjadi selama 456 jam/tahun, kecepatan angin >3,4 m/s terjadi selama 110 jam/tahun, dan kecepatan angin >5,5 m/s terjadi hanya 1 jam/tahun. Dari sisi selatan, angin dengan kecepatan hembusan 0,0 m/s terjadi selama 70 jam/tahun, kecepatan angin >0,3 m/s terjadi selama 554 jam/tahun, kecepatan angin >1,6 m/s terjadi selama 409 jam/tahun, kecepatan angin >3,4 m/s terjadi selama 29 jam/tahun, dan kecepatan angin >5,5 m/s terjadi hanya 0 jam/tahun. Rata-rata hembusan angin yang terjadi dengan kecepatan 0,0 m/s terjadi selama 19,4 jam/tahun, kecepatan angin >0,3 m/s terjadi selama 339,1 jam/tahun, kecepatan angin >1,6 m/s terjadi selama 169,9 jam/tahun, kecepatan angin >3,4 m/s terjadi selama 19,1 jam/tahun, dan kecepatan angin >5,5 m/s terjadi selama 0,3 jam/tahun. Angin dengan kecepatan >0,3 m/s paling sering terjadi di Kabupaten Sambas dari semua arah mata angin.

Tabel 2. 3 Data arah dan kecepatan angin di Kabupaten Sambas

Arah Mata Angin	Waktu angin bertiup (jam/tahun)				
					
N	35	549	456	110	1
NNE	25	445	423	65	1
NE	9	292	116	1	0
ENE	34	333	16	0	0
E	0	136	2	0	0
ESE	24	188	4	0	0
SE	9	201	18	0	0
SSE	0	266	106	6	0
S	70	554	409	29	0
SSW	8	365	304	25	1
SW	26	410	210	24	1
WSW	0	280	119	12	1
W	36	461	112	7	0
WNW	8	279	82	3	0
NW	27	361	129	5	0
NNW	0	306	212	19	0

Keterangan:

 0,0 (m/s)

 >0,3 (m/s)

 >1,6 (m/s)

 >3,4 (m/s)

 >5,5 (m/s)

Sumber: Meteoblue.com, 2022

2.8 Sejarah Berdirinya Istana Alwatzikhoebillah Sambas

Istana Alwatzikhoebillah atau yang disebut sebagai Keraton Sambas didirikan pada tahun 1632 M oleh sultan ke-2 bergelar sultan Muhammad Tajuddin bin Sultan Muhammad Safiuddin I (Mohamed et al., 2018) bernama Raden Bima (Trisnawati, 2017). Bangunan yang pertama berdiri dihancurkan kemudian dibangun kembali pada tahun 1933 oleh Raden Mulia Ibrahim atau Sultan Muhammad Ibrahim Safiuddin (Ardiansyah, 2020). Bangunan istana baru diresmikan pada 15 Juli 1933. Istilah Alwatzikhoebillah berasal dari bahasa Arab, yaitu “Alwat” yang berarti ibadah, “zikhoe” yang berarti hanya Aku, dan “bilah”

yang berarti Allah SWT, sehingga “Alwatzikhoebillah” berarti “Saya hanya menyembah Allah SWT” (Fahreza & Sastrosasmito, 2018).

Lokasi istana berada di Jalan Istana atau Jalan Sultan Moh. Tsyafiuddin, Desa Dalam Kaum, Kecamatan Sambas, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Istana Alwatzikhoebillah terbangun di kompleks Kesultanan Sambas seluas 16.781 meter persegi (Trisnawati, 2017). Secara geografis, Istana Alwatzikhoebillah terletak di samping Muara Ulakkan atau simpang pertigaan sungai, yaitu Sungai Sambas Kecil, Sungai Teberau, dan Sungai Subah (Mardiyati, 2011). Bangunan istana menghadap ke arah sungai Sambas yang membujur dari arah barat ke timur. Trisnawati (2017) menjelaskan lebih lanjut bahwa untuk masuk ke dalam bangunan istana harus melewati gerbang sisi luar berbentuk segi delapan, tiang bendera, dan gerbang sisi dalam berbentuk persegi panjang.

Bangunan istana terdiri dari tiga massa bangunan berukuran panjang 39,14 meter, lebar 24,25 meter dan tinggi 6,75 meter⁴. Antar massa bangunan dihubungkan oleh lorong beratap berukuran 1,50 meter x 5,90 meter. Material konstruksi istana dari kayu besi, dengan campuran material beton dan bata merah.

2.9 Spektrum Warna

Warna merupakan persepsi visual manusia yang berasal dari rangsangan sel fotoreseptor oleh radiasi elektromagnetik. Spektrum warna memiliki panjang gelombang antara 390 nm hingga 780 nm mengacu pada gelombang yang dapat ditangkap oleh penglihatan manusia dalam kondisi normal (Zharandont, 2013). Berdasarkan teori Sir Isaac Newton, warna dengan frekuensi tinggi dan panjang gelombang pendek terdiri dari warna merah, jingga, kuning yang digolongkan warna hangat atau *warm color* (Gunawan, 2012). Lebih lanjut dijelaskan warna dengan frekuensi rendah dan panjang gelombang panjang terdiri dari warna biru dan ungu yang masuk dalam golongan warna dingin atau *cool color*.

Warna yang dihasilkan dapat terlihat dari model warna. Model warna merupakan model abstrak yang menggambarkan cara warna direpresentasikan

⁴ Cagarbudaya.kemdikbud.go.id. Istana Alwatzikhoebillah. Diakses pada 3 Maret 2022, dari <http://cagarbudaya.kemdikbud.go.id/cagarbudaya/detail/PO2014103100002/istana-alwatzikhoebillah#:~:text=Istana%20Alwatzikhoebillah%20yang%20ada%20sekarang,kayu%20besi%20dan%20bata%20merah>.

sebagai tupel angka (Ganesan et al., 2010). Imbuhnya lebih lanjut, terdapat beberapa model warna menggambarkan skema warna, yaitu RGB, CMY, YIQ, dan HSI. Skema warna yang umumnya diketahui dijelaskan sebagai berikut:

a. Model warna RGB

RGB merupakan warna primer merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Pada model ini, warna diproduksi dengan menambahkan komponen lain dimana putih ditemukan pada semua warna yang ada sedangkan hitam tidak ditemukan yang disebut sebagai model aditif. Model ini diwakili oleh massa kubus yang memiliki koordinat warna tiga dimensi dengan sumbu yang diberi label R, G, B dan dilengkapi rentang nilai $[0,1]$. Titik asal berwarna hitam pada $(0,0,0)$ dan sudut berlawanan secara diagonal merupakan titik asal berwarna putih pada $(1,1,1)$.

b. Model warna CMY

CMY merupakan warna sekunder yang terdiri dari warna cyan, magenta, dan kuning. Dalam model subtraktif ini, warna CMY disebut sebagai warna primer sedangkan warna RGB dikatakan sebagai warna sekunder. Berkebalikan dengan RGB, warna hitam ditemukan pada semua warnanya dan warna putih tidak ditemukan.

Menurut Said (2006), warna dapat dikelompokkan ke dalam lima kelas berdasarkan HUE, yaitu:

a. Warna pertama (*primary colors*)

Warna pertama merupakan warna dasar yang tidak berasal dari campuran warna apapun. Warna primer ini terdiri dari warna merah (M), kuning (K) dan biru (B).

b. Warna kedua (*secondary colors*)

Warna kedua merupakan warna yang terbentuk dari percampuran dua warna primer. Warna sekunder terdiri dari warna hijau (H) yaitu percampuran warna kuning dan biru; warna ungu (U) yaitu campuran warna biru dengan merah; serta warna jingga (J) yaitu percampuran warna kuning dan merah.

c. Warna antara (*intermediate colors*)

Warna antara merupakan warna yang terbentuk dari percampuran warna primer dan sekunder. Warna intermedit atau tengah terdiri dari warna jingga kekuning-kuningan (JK) berupa campuran warna kuning dan jingga; warna hijau

kekuning-kuningan (HK) berupa campuran warna kuning dan hijau; warna hijau kebiru-biruan (HB) berupa campuran warna biru dan hijau; ungu kebiru-biruan (UB) berupa campuran warna biru dan ungu; ungu kemerah-merahan (UM) berupa campuran warna merah dan ungu; serta jingga kemerah-merahan (JM) berupa campuran warna merah dan jingga.

d. Warna ketiga (*tertiary colors*)

Warna ketiga merupakan warna yang terbentuk dari percampuran dua warna sekunder. Warna tersier terdiri dari warna coklat kekuning-kuningan (CK) berupa campuran warna jingga dan hijau; coklat kemerah-merahan (CM) berupa campuran warna jingga dan ungu; serta coklat kebiru-biruan (CB) berupa campuran warna hijau dan ungu.

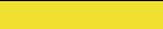
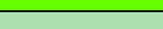
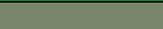
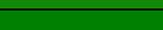
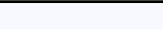
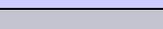
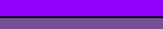
e. Warna keempat (*quarternary colors*)

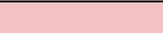
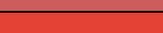
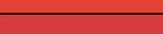
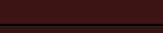
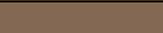
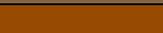
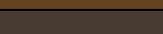
Warna keempat merupakan warna yang terbentuk dari percampuran dua warna ketiga. Warna kuartar terdiri dari warna coklat kejingga-jinggaan (CJ) yaitu campuran warna coklat kekuning-kuningan dan coklat kemerah-merahan; coklat kehijau-hijauan (CH) yaitu campuran warna coklat kekuning-kuningan dan coklat kebiru-biruan; serta coklat keungu-unguan (CU) yaitu campuran warna coklat kemerah-merahan dan coklat kebiru-biruan.

Rentang HUE dengan RGB yang berbeda akan membentuk warna yang berbeda. Tabel 2. 4 menyajikan data warna yang tergolong ke dalam warna putih, kuning, coklat, hijau, abu-abu, hitam, biru, merah, violet (warna indikator kerusakan yang ditimbulkan oleh faktor kerusakan biologis dan non-biologis).

Tabel 2. 4 Data warna berdasarkan RGB dan HUE

Indikator Warna	R	G	B	Nama Warna	Warna
Kuning (rentang HUE 51°- 60°)	255	255	240	Gading	
	255	253	208	Krim	
	253	253	150	Kuning pastel	
	245	245	220	Krem	
	255	255	49	Bakung	
	255	255	0	Kuning	
	252	247	94	Ikterin	
	255	247	0	Lemon	
	255	239	0	Warna kuning jernih	
	247	233	142	Flavesen	
	251	236	93	Jagung	
	255	223	0	Kuning keemasan	
	238	230	0	Titanium kuning	

Indikator Warna	R	G	B	Nama Warna	Warna
	240	225	48	Dandelion	
	230	226	0	Peridot	
	228	217	111	Sedotan	
	236	213	64	Badai pasir	
	228	208	10	Citrine	
	189	183	107	Khaki gelap	
	181	166	66	Kuningan	
Hijau (rentang HUE 81°- 140°)	178	236	93	Cacing inci	
	124	252	0	Rumput hijau	
	102	255	0	Hijau terang	
	172	225	175	Celadon	
	119	221	119	Hijau pastel	
	147	197	114	Pistachio	
	133	187	101	Tagihan dollar	
	135	169	107	Asparagus	
	3	192	60	Hijau pastel gelap	
	120	134	107	Kamuflase hijau	
	19	136	8	India hijau	
	0	128	0	Hijau	
	0	100	0	Hijau tua	
	85	107	47	Hijau zaitun gelap	
	107	142	35	<i>Olivedrab</i>	
65	72	51	Senapan hijau		
Biru (rentang HUE 221°- 240°)	248	248	255	Hantu putih	
	204	204	255	Biru lavender	
	196	195	208	Abu-abu lavender	
	146	161	207	Langit-langit	
	140	146	172	Abu-abu keren	
	0	0	255	Biru	
	42	82	190	Biru cerulean	
	0	47	167	Internasional Klein biru	
	0	51	153	Bubuk gelap biru	
	0	0	156	Duke biru	
	18	10	143	Biru laut	
	0	0	139	Biru tua	
	0	0	128	Biru laut	
	25	25	112	Biru tengah malam	
	8	37	103	Safir	
0	35	102	Biru kerajaan		
Ungu (rentang HUE 241°- 320°)	191	148	228	Lavender cerah	
	181	126	220	Lavender	
	150	111	214	Ungu pastel gelap	
	143	0	255	Ungu	
	115	79	150	Lavender gelap	
	105	53	156	Hati ungu	
	209	159	232	Ube cerah	
	255	0	255	Magenta	
	203	153	201	Ungu pastel	

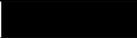
Indikator Warna	R	G	B	Nama Warna	Warna
	179	158	181	Ungu pastel	
	189	51	164	Bizantium	
	148	0	211	Ungu tua	
	142	69	133	Prem	
	139	0	139	Magenta gelap	
	112	41	99	Bizantium	
	93	57	84	Bizantium gelap	
Merah (rentang HUE 355°- 10°)	255	250	250	Salju	
	244	194	194	Bayi berwarna merah muda	
	255	105	97	Merah pastel	
	255	92	92	Merah india	
	255	28	0	Ferrari merah	
	255	8	0	Permen apel merah	
	255	0	0	Merah	
	205	92	92	Kastayne	
	227	66	52	Cinnabar	
	215	59	62	Jasper	
	206	22	32	Pemadam kebakaran merah	
	204	0	0	Universitas boston merah	
	178	34	34	Batu bata tahan api	
	179	27	27	Cornell merah	
	164	0	0	Permen gelap apel merah	
	128	0	0	Merah tua	
	112	28	28	Memangkas	
60	20	20	Sienna gelap		
50	20	20	Segel coklat		
Cokelat (rentang HUE 21°- 40°)	222	184	135	Burlywood	
	229	170	112	Cokelat kekuningan	
	225	169	95	Bumi kuning	
	227	168	87	Kuning india	
	195	176	145	Dril	
	193	154	107	Gurun	
	205	127	50	Perunggu	
	204	119	34	Oker	
	210	105	30	Kayu manis	
	184	115	51	Tembaga	
	160	120	90	Chamoisee	
	204	85	0	Jeruk terbakar	
	138	121	93	Bayangan	
	153	101	21	Cokelat keemasan	
	131	105	83	Cokelat pastel	
	130	102	68	Umber mentah	
	150	75	0	Cokelat	
	123	63	0	Cokelat	
	112	66	20	Cokelat tua	
	101	67	33	Cokelat tua	
72	60	50	Lava gelap		
61	43	31	Bistre		

Indikator Warna	R	G	B	Nama Warna	Warna
Abu-abu	220	220	220	<i>Gainsboro</i>	
	211	211	211	Abu-abu muda	
	192	192	192	Perak	
	169	169	169	Abu-abu tua	
	128	128	128	Abu-abu	
	105	105	105	Redup	
	119	136	153	<i>Lights late grey</i>	
	112	128	144	<i>Slate grey</i>	
	47	79	79	<i>Dark slate grey</i>	
Putih	255	255	255	Putih	
Hitam	0	0	0	Hitam	

Sumber: Rapidtables.com, 2022; Workwithcolor.com, 2013

Setiap indikator warna terbagi menjadi beragam warna dengan RGB dan HUE yang berbeda namun setiap indikator warna akan diwakilkan oleh satu warna saja yang dikodekan dalam tabel 2. 5.

Tabel 2. 5 Perwakilan warna setiap indikator warna

Indikator Warna	Warna
Kuning	
Hijau	
Ungu	
Biru	
Merah	
Cokelat	
Abu-abu	
Putih	
Hitam	

Sumber: Penulis, 2022

2.10 Metode Penelitian Bangunan Bersejarah

Metode pengumpulan data penelitian yang digunakan adalah survei geometri. Survei geometri merupakan salah satu metode untuk mendokumentasikan bangunan cagar budaya dalam menentukan bentuk, ukuran, dan identitas komponen bangunan (Khalil et al., 2021). Survei yang diterapkan dijelaskan berikut ini.

1. Survei Manual

Survei manual merupakan metode pengukuran tradisional menggunakan alat sederhana dimana survei ini paling murah namun memakan waktu yang lama untuk merekam geometri bangunan dengan hasil yang kurang akurat (Khalil et al., 2021). Walaupun demikian, survei manual dapat memberikan informasi dimensi maupun posisi objek-objek kecil yang sederhana (Khalil & Stravoravdis, 2019). Lebih lanjut

imbuhnya, survei manual biasanya menjadi langkah pertama sebelum dilakukannya teknik survei lainnya.

2. Fotogrametri Jarak Dekat

Fotogrametri merupakan salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan untuk melakukan pemodelan 3D, dimana dapat memberikan informasi yang terperinci dan akurat untuk memproses data gambar (Suziedelyte-Visockiene et al., 2015). Metode fotogrametri jarak dekat digunakan untuk mengumpulkan informasi objek arsitektur bersejarah beserta elemen-elemennya melalui dokumentasi dan pemodelan (Pavlovskis et al., 2019). Fotogrametri memperoleh informasi geometris melalui pengukuran yang didapatkan dari foto atau kumpulan foto baik diproses secara otomatis atau manual (Klein et al., 2012). Dalam kaitannya dengan bangunan cagar budaya, data dari metode fotogrametri dapat menampilkan detail bangunan dengan baik beserta kondisi lingkungan di sekitarnya (Hanan et al., 2015). Fotogrametri dapat mengarahkan langkah pengelolaan terhadap bangunan cagar budaya yang didokumentasikan.

Hasil foto dari metode fotogrametri jarak dekat dapat berupa gambar perspektif maupun orto, dimana file perspektif hanya menampilkan data visualisasi sedangkan gambar orto berupa gambaran dua dimensi memiliki data ukuran (Ebrahim, 2016). Data foto atau gambar yang terkumpul pada proses survei fotogrametri di lapangan dapat diolah menjadi metrik model tiga dimensi (Riggio et al., 2015). Imbuhnya lebih lanjut, hasil fotogrametri tidak hanya menyajikan data bangunan dalam kondisi normal saja namun juga informasi tentang kerusakan, distorsi⁵, dan cacat pada elemen bangunan yang terdeteksi dari data gambar.

Beberapa kelebihan menggunakan metode fotogrametri menurut Stepinac & Gašparović (2020) antara lain:

- Proses pengumpulan data yang sederhana, cepat, dan hemat biaya
- Model bangunan 3D fotorealistik beresolusi tinggi
- Memungkinkan pengukuran deformasi tanpa kontak langsung
- Tekstur data yang dihasilkan beresolusi tinggi
- Tidak merusak bangunan yang diamati

⁵ Distorsi: Perubahan bentuk yang tidak diinginkan; eroton

3. Modeling Parametrik

Pemodelan parametrik merupakan metode umum perancangan bangunan dalam arsitektur dengan batasan dan parameter variabel (Yan, 2015). Namun, selain untuk perancangan bangunan, modeling parametrik digunakan juga untuk mendokumentasikan bangunan bersejarah pendekatan *Historic Building Information Modeling* (HBIM) (Garagnani & Manferdini, 2013). Menghasilkan model parametrik menjadi model bangunan yang diinginkan merupakan proses terpenting dalam proses HBIM, akan tetapi pemodelan bangunan bersejarah dalam HBIM menjadi sebuah tantangan karena kurangnya perpustakaan objek parametrik (Khalil & Stravoravdis, 2019). Oleh karena itu, analisis HBIM dapat dilakukan apabila modeling parametrik sudah terselesaikan.

Pemodelan disesuaikan dengan informasi data yang terkumpul selama survei untuk diolah menjadi objek parametrik 3D (Banfi, 2016). Proses modeling parameterik dapat menggunakan berbagai jenis data seperti gambar 2D, foto atau sketsa baik secara detail per bagian data atau keseluruhan (Ghionea et al., 2015). Model parametrik menggabungkan informasi geometris dari survei yang dilakukan berupa penggabungan titik-titik awan yang sangat padat ke dalam HBIM (Khalil et al., 2021).