Progress in Energy and Environment

Journal homepage: https://karyailham.com.my/index.php/progee/index
Link to this article: https://doi.org/10.37934/progee.31.2.1828

Vol. 31 Issue 02 (2025) 18-28

Original Article

Climatic Factors and Their Impact on Building Anatomy

Faktor Klimatik dan Impaknya terhadap Anatomi Bangunan

OPEN ACCESS

Md Azree Othuman Mydin*,[1]

[1] School of Housing, Building and Planning, Universiti Sains Malaysia, 11800 Penang, Malaysia

* **Correspondence email:** azree@usm.my

Abstract

Long a major area of human activity, the building sector has been subject to environmental damage, which has been identified as a cause of building faults. Building defects can be multifarious and multisystemic. The idea of reducing the impact of climate change by lowering human-caused greenhouse gas emissions has attracted much attention. Still, it is also known that some consequences of environmental damage would find their way into manmade surroundings. Although it is usually expected that buildings should last several decades, the lifetime of buildings varies greatly internationally. Building materials deteriorate under weathering; if not treated, this can lead to an accelerated rate and maybe more severe degradation. Changes to maintenance plans could allow minor variations in the pace of degradation. Still, we may need to adjust if we are to reach significant improvements in the degradation rate. Globally, the appearance of any new degrading process seems unlikely. However, due to a lack of regional knowledge or awareness, earlier minor problems could start to take significance at the local level someday. This study was therefore carried out to ascertain how climatological elements affect building flaws. The results exposed that moisture, fungal development, mould, blistering, and corrosion constituted the main causes of damage arising from the climate. The issues started from several elements: rain, condensation, air moisture, water leakage, humidity, high temperatures, UV radiation, dampness, oxygen, salt, and acids.

Copyright © 2025 KARYA ILMU PUBLISHING - All rights reserved

Article Info

Received 15 November 2024
Received in revised form 25 February 2025
Accepted 11 April 2025
Available online 18 May 2025

Keywords

Building Defects
Climatic Factors
Maintenance
Degradation
Dampness
Kecacatan Bangunan
Faktor Klimatik
Penyelenggaraan
Kemerosotan
Kelembapan

Abstrak

Sektor pembinaan, yang telah lama menjadi kawasan utama aktiviti manusia, telah lama terdedah kepada kerosakan alam sekitar yang telah dikenalpasti sebagai punca khusus bagi kecacatan bangunan. Kerosakan bangunan boleh menjadi pelbagai dan melibatkan banyak sistem. Idea untuk mengurangkan impak perubahan iklim dengan mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang disebabkan oleh manusia telah menarik perhatian yang banyak. Namun, ia juga diketahui bahawa beberapa kesan kerosakan alam sekitar akan mempengaruhi

persekitaran buatan manusia. Walaupun biasanya diharapkan bangunan seharusnya bertahan selama beberapa dekad, jangka hayat bangunan berbeza-beza secara antarabangsa. Bahan bangunan rosak melalui proses pelapukan; jika tidak diuruskan, ini boleh menyebabkan kadar kerosakan yang dipercepatkan dan mungkin lebih teruk. Perubahan kepada pelan penyelenggaraan boleh membenarkan variasi kecil dalam kelajuan kemerosotan. Namun, ia mungkin perlu untuk membuat penyesuaian jika kita ingin mencapai peningkatan yang signifikan dalam kadar kemerosotan. Secara global, kemunculan sebarang proses degradasi baru nampaknya tidak mungkin. Walau bagaimanapun, disebabkan kekurangan pengetahuan atau kesedaran di peringkat serantau, masalah kecil yang dahulu tidak penting mungkin mula menjadi signifikan di peringkat tempatan pada masa depan. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk mengetahui bagaimana faktor klimatologi mempengaruhi kecacatan bangunan. Hasilnya mendedahkan bahawa kelembapan, pertumbuhan kulat, acuan, lepuh, dan kakisan merupakan punca utama kerosakan yang timbul akibat iklim. Masalah ini berpunca dari beberapa elemen termasuk hujan, kondensasi, kelembapan udara, kebocoran air, kelembapan, suhu tinggi, sinaran UV, lembapan, oksigen, garam, dan asid.

Copyright © 2025 KARYA ILMU PUBLISHING - All rights reserved

1. Pengenalan

Sektor pembinaan telah lama menjadi sumber utama aktiviti manusia; kesan buruk terhadap alam sekitar telah diakui sebagai faktor yang menyebabkan kecacatan dalam pembinaan [1]. Perhatian yang besar telah diberikan terhadap potensi untuk mengurangkan impak perubahan iklim dengan mengurangkan pelepasan gas rumah hijau yang disebabkan oleh manusia [2,3]. Namun, ia juga diakui bahawa ekosistem buatan manusia akan terdedah kepada beberapa akibat daripada kemerosotan alam sekitar [4,5]. Jangka hayat struktur bangunan berbeza dengan ketara di peringkat antarabangsa; namun, secara amnya dijangkakan bahawa bangunan seharusnya mempunyai jangka hayat selama beberapa dekad. Dalam penilaian global, adalah kebiasaan untuk menggunakan anggapan standard selama 50 tahun [6-8]. Pelapukan menyebabkan kemerosotan bahan bangunan, yang jika dibiarkan tanpa pengawasan, boleh menyebabkan kadar kemerosotan yang dipercepatkan dan mungkin lebih teruk. Penyesuaian pada jadual penyelenggaraan boleh membenarkan perubahan kecil dalam kadar kemerosotan [9]. Namun, untuk meningkatkan kadar kemerosotan secara signifikan, mungkin perlu untuk melaksanakan perubahan. Secara global, kemungkinan kemunculan proses degradasi baru nampaknya sangat tidak mungkin [10]. Walau bagaimanapun, pada suatu masa di masa depan, isu-isu yang dulunya tidak penting mungkin mula menjadi signifikan di peringkat tempatan kerana kekurangan pengetahuan atau kesedaran di peringkat serantau [11]. Istilah cuaca merujuk kepada pelbagai parameter atmosfera yang terdapat di tempat tertentu pada bila-bila masa, termasuk suhu, kelembapan, hujan, arah dan kelajuan angin, tekanan udara, dan tutupan awan [12]. Ciri dinamik alam sekitar kita sentiasa berubah dan mempengaruhi dunia di sekitar kita. Ia dipengaruhi oleh elemen seperti geologi, sinaran suria, arus laut, dan corak peredaran udara [13].

Kecacatan bangunan boleh menjadi kompleks dan mempunyai tahap pengaruh serta implikasi yang berbeza terhadap sesebuah harta, bergantung pada jenis kecacatan tertentu [14]. Selain itu, kedua-dua jawatankuasa dan pemilik sering mendapati lokasi masalah sebagai sumber utama kerumitan dan kebimbangan, kerana ia berpotensi menyebabkan beberapa kecacatan. Masalah yang memberi pengaruh besar terhadap banyak sistem bangunan dan yang paling kerap berlaku merentas sistem adalah kemasukan air dan kelembapan. Contoh terbaik bagi kecacatan tunggal yang berkembang menjadi isu pelbagai sistem adalah kegagalan membran kalis air yang disebabkan oleh faktor klimatologi [15]. Kecacatan yang dimaksudkan ini hanya berpunca dari satu komponen, iaitu membran. Namun, apabila membran gagal, air akan memasuki dan memberi kesan buruk kepada komponen pembinaan lain, termasuk penutup dinding. Kemasukan air sering merosakkan integriti penutup dinding, menyebabkan kecacatan struktur selanjutnya, dan akhirnya menyebabkan sekumpulan kecacatan yang saling berkaitan.

Masalah membran ini mungkin bermula akibat faktor seperti kemahiran kerja yang lemah atau penggunaan bahan pembinaan yang rosak atau tidak sesuai [16].

Pelbagai perniagaan, termasuk pengangkutan, perkhidmatan kecemasan, pertanian, dan yang paling penting, pembinaan, bergantung pada pemahaman dan keupayaan untuk meramalkan corak cuaca [17]. Ramalan cuaca menawarkan maklumat berguna yang boleh menyokong pembuatan keputusan yang bijak, perancangan aktiviti, dan memastikan keselamatan dalam keadaan yang berpotensi berbahaya [18]. Cuaca mempunyai impak besar terhadap keadaan bangunan yang terdedah, terutamanya yang terdedah kepada elemen luar. Kecacatan bangunan boleh disebabkan oleh pelbagai keadaan meteorologi, seperti kelembapan, kitaran beku-cair, angin, sinaran matahari, suhu yang sangat tinggi, ribut, dan sinaran UV. Sebagai contoh, penutup luar bangunan mungkin mempunyai celah, retakan, atau bukaan yang tidak ditutup dengan baik yang membenarkan kelembapan daripada hujan, salji, atau tahap kelembapan yang berlebihan meresap masuk. Masalah seperti reput, pembentukan kulat, dan kemerosotan komponen bangunan seperti kayu, papan gipsum, dan penebat boleh disebabkan oleh kemasukan kelembapan ini. Untuk menangani risiko yang berkaitan dengan cuaca secara berkesan, adalah penting untuk melaksanakan reka bentuk, pembinaan, dan protokol penyelenggaraan yang betul. Ini melibatkan memastikan penutup bangunan yang tertutup dengan baik, memilih bahan yang tahan lasak dan tahan cuaca, memasang sistem saliran yang berkesan, dan menjalankan pemeriksaan serta pembaikan rutin untuk menangani sebarang kerosakan atau kelemahan. Selain itu, pematuhan kepada kod bangunan tempatan dan piawaian adalah penting untuk menguatkan daya tahan bangunan terhadap ancaman yang berkaitan dengan cuaca.

Cuaca di Malaysia memberikan cabaran besar kepada pembinaan. Semua struktur terdedah kepada kesan angin dan hujan. Selain itu, suhu yang melampau dan perubahan suhu mendadak di bandar ini memburukkan masalah luar dengan menyebabkan pengembangan dan pengecutan komponen fasad bangunan, mengakibatkan pengangkatan dan pergeseran bahan pembinaan. Apabila kesan cuaca mula kelihatan, kemungkinan kerosakan yang besar telah berlaku pada kerja bata, keluli penguat, dan penyambung dinding. Kerap kali, kemerosotan bermula di bahagian tertinggi bangunan akibat kehadiran bumbung dan lembaran yang membenarkan air meresap masuk. Kebocoran yang berlaku dalam dan sekitar pencahayaan aluminium dalam struktur moden boleh merebak dan menyebabkan kerosakan pada dinding luar dan kawasan dalaman. Kakisan komponen struktur boleh merosakkan kestabilan bahagian luar bangunan. Kejadian retakan konkrit pada tiang, bingkai, lantai, dan balkoni dapat dilihat disebabkan oleh kakisan dan pengembangan bar keluli penguat. Kaedah yang paling boleh dipercayai untuk mengatasi persekitaran Malaysia yang berubah-ubah adalah dengan memantau secara konsisten dan membetulkan masalah berkaitan cuaca dengan cepat, disertakan dengan penyelenggaraan rutin. Oleh itu, kajian ini dijalankan untuk menentukan pengaruh faktor klimatologi terhadap kecacatan dalam bangunan.

2. Kaedah Kajian

Kajian Metodologi yang digunakan melibatkan analisis literatur dan pemerhatian langsung di kawasan kajian untuk memperoleh data yang tepat dan menyeluruh. Tinjauan literatur dijalankan dengan merujuk kepada beberapa kajian terdahulu untuk mengumpul maklumat berkaitan dengan impak cuaca terhadap kecacatan pembinaan. Selain itu, penyelidik juga memilih beberapa kajian kes untuk mendapatkan maklumat yang lebih tepat mengenai kejadian semasa. Penyelidik telah memilih beberapa bangunan di bahagian utara Malaysia untuk menjalankan kajian mereka. Pelbagai peralatan digunakan oleh penyelidik, termasuk kamera, meter kelembapan, dan pita pengukur. Alat ini dapat memudahkan proses merekod dan menganalisis data.

2.1. Kajian Kes 1

Gambarajah 1 menunjukkan pertumbuhan organisma kulat yang berkembang pada permukaan luar struktur bangunan. Kaedah pemerhatian digunakan untuk mengenal pasti isu-isu yang timbul. Penyelidik menggunakan peranti yang dikenali sebagai kamera untuk mendokumentasikan keadaan kecacatan tersebut. Setelah disiasat, penyelidik mendapati bahawa kawasan yang rosak terletak berhampiran dengan kawasan bilik air dan mempunyai saluran paip. Penyelidik juga mendapati terdapat kebocoran paip kecil yang menyebabkan pertumbuhan kulat yang berterusan dan tidak dapat dihentikan dalam air tersebut. Selain itu, penyelidik mendapati bahawa bahagian dinding yang terdedah secara langsung kepada air hujan juga merupakan faktor penyumbang kepada penyebaran kulat tersebut. Ini telah memberi kesan kepada landskap di kawasan sekitar dan menjadikan bangunan tersebut lebih mengelirukan. Penyebaran beberapa spesies kulat menyebabkan permukaan menjadi licin, yang menimbulkan potensi bahaya kepada individu yang telah melalui kawasan tersebut.

Gambarajah 1: Tanda pertumbuhan kulat.

2.2. Kajian Kes 2

Penyelidik menggunakan teknik pemerhatian untuk mengumpul data mengenai kelainan yang berlaku pada tingkat kedua bangunan. Penyelidik menggunakan alat, khususnya kamera, untuk merakam keadaan tersebut dalam bentuk gambar bagi meningkatkan kejelasan dan jejakannya. Setelah penyiasatan selesai, penyelidik mendapati kehadiran kelembapan di kawasan balkoni yang terletak di tingkat kedua bangunan. Penyelidik mendapati bahawa keadaan tersebut adalah sangat tidak menguntungkan, dengan terdapatnya retakan kecil yang ada dan kelembapan akibat kekurangan kerja pembaikan seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 2. Keadaan ini menimbulkan ancaman kepada pengguna di kawasan tersebut.

3. Ajen Spesifik Kecacatan dan Kelemahan Potensinya

Cuaca merupakan faktor utama dalam perkembangan kecacatan bangunan, yang boleh menyebabkan masalah seperti kelembapan, pertumbuhan kulat, acuan, lepuh, kakisan, dan penguraian. Beberapa masalah luaran timbul akibat kelemahan intrinsik dalam reka bentuk seni bina atau struktur, serta penggunaan bahan yang tidak mencukupi atau tidak sesuai yang tidak mampu bertahan dengan suhu tropika negara ini. Gabungan kelembapan yang tinggi dan hujan lebat yang kerap boleh memperburuk

masalah seperti pengumpulan kelembapan, proliferasi kulat dan acuan, serta kakisan. Selain itu, sinaran matahari yang kuat dan perubahan suhu boleh menyebabkan kemerosotan permukaan, lepuhan pada lapisan, serta pengembangan dan pengecutan termal bahan, yang boleh melemahkan lagi integriti struktur bangunan. Setiap masalah berkaitan cuaca ini mempunyai kelemahan potensinya.

Gambarajah 2: Keretakan dan kelembapan di balkoni.

3.1. Kelembapan

Kelembapan dalam bangunan adalah masalah yang biasa berlaku yang boleh menyebabkan kerosakan pada struktur, risiko kesihatan, dan mengurangkan keselesaan dalam ruangan. Gambarajah 3 menunjukkan kelembapan yang jelas berlaku pada dinding luar bangunan. Hujan, iaitu elemen berkaitan cuaca, memberi sumbangan besar kepada kelembapan. Di tempat-tempat yang dicirikan oleh kelembapan yang tinggi dan hujan yang kerap, seperti iklim tropika seperti Malaysia, bangunan lebih cenderung kepada penembusan kelembapan dan berlakunya masalah kelembapan. Terdapat beberapa kelemahan yang wujud dalam bagaimana cuaca menyebabkan kelembapan.

Gambarajah 3: Tanda kelembapan yang boleh dilihat pada dinding luar.

3.1.1. Kerosakan Struktur

Pendedahan berterusan bahan bangunan kepada air hujan boleh menyebabkan kelemahan struktur, menyebabkan retakan, kemerosotan, dan kelembapan di dalam bangunan. Di Malaysia, di mana hujan lebat atau berterusan sering berlaku, air boleh meresap ke dalam envelope bangunan melalui retakan, kapilari, atau sambungan yang tidak ditutup dengan baik pada dinding. Penyerapan ini menembusi batu bata dan komponen pembinaan lain, mengakibatkan kemerosotan struktur secara beransur-ansur. Kehadiran kelembapan yang berterusan merosakkan kekuatan seni bina bangunan, menyebabkan pembentukan retakan serius, kemerosotan, dan akhirnya membawa kepada penyerapan kelembapan ke dalam bangunan.

3.1.2. Peningkatan Kemasukan Kelembapan

Tenaga kinetik kelajuan angin lembap boleh menyebabkan peningkatan penyerapan air ke dalam struktur, memperburuk masalah yang berkaitan dengan kelembapan dan berpotensi menyebabkan kemerosotan struktur jangka panjang. Angin lembap boleh memperburuk masalah kelembapan dengan memaksa hujan masuk ke dalam struktur melalui bukaan seperti tingkap, pintu, atau sebarang lubang lain di penutup luar bangunan. Penyerapan kelembapan yang meningkat ini memperburuk masalah kelembapan, terutamanya di kawasan yang terdedah kepada tahap hujan yang tinggi dan angin kencang. Angin yang membawa kelembapan juga boleh memberikan tekanan pada air, menyebabkan ia meresap ke dalam retakan atau saluran kecil pada batu bata, dengan itu memperburuk keadaan lembap.

3.1.3. Pertumbuhan Acuan dan Mildew

Kelembapan berlebihan yang disebabkan oleh kondensasi boleh mewujudkan keadaan yang sesuai untuk pembiakan acuan dan mildew, yang boleh menyebabkan masalah kesihatan dan menurunkan kualiti udara dalam bangunan. Aliran udara yang tidak mencukupi bersama dengan suhu yang rendah boleh menyebabkan pembentukan kondensasi. Kondensasi berlaku apabila udara dalaman yang hangat bertemu dengan permukaan sejuk, seperti dinding atau siling, menyebabkan pengumpulan kelembapan. Lama kelamaan, pengumpulan kelembapan ini boleh menyebabkan kelembapan dan menggalakkan pembiakan acuan dan mildew, memburukkan lagi masalah ini.

3.2. Fungus

Cuaca mempunyai impak yang penting dalam mencipta keadaan yang sesuai untuk pertumbuhan fungus dan acuan, yang boleh menimbulkan bahaya besar kepada integriti struktur bangunan dan kesihatan orang di dalamnya. Di kawasan yang dicirikan oleh tahap kelembapan yang tinggi dan hujan yang kerap, seperti kawasan tropika, pertembungan kerosakan air yang disebabkan oleh hujan lebat, tahap kelembapan yang meningkat, dan penyebaran spora acuan boleh menyebabkan pembiakan meluas fungi di dalam bangunan. Terdapat kelemahan tertentu dalam bagaimana keadaan iklim menyumbang kepada pertumbuhan fungus dan acuan seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 4.

3.2.1. Kerusakan pada Struktur

Hujan lebat boleh menyebabkan kerosakan air, yang secara perlahan-lahan boleh melemahkan bahan pembinaan bangunan, mengakibatkan kemerosotan, pembusukan, dan kekuatan struktur yang terjejas seperti yang ditunjukkan dalam Gambarajah 5. Keadaan cuaca yang buruk, seperti hujan lebat, boleh menyebabkan penyerapan air ke dalam struktur, menghasilkan pembentukan kebocoran pada bumbung, dinding, atau tingkap. Kebocoran ini memudahkan kehadiran kelembapan yang diperlukan untuk pembiakan acuan dan fungus. Apabila kelembapan terkumpul dalam komponen bangunan, ia menyediakan habitat yang ideal bagi spora acuan untuk berkembang dan membiak.

Gambarajah 4: Pertumbuhan kulat.

Gambarajah 5: Kemerosotan permukaan konkrit.

3.2.2. Kualiti Udara Dalam Bangunan

Tahap kelembapan yang tinggi boleh menyebabkan kualiti udara dalam bangunan yang buruk dan masalah kesihatan bagi individu disebabkan oleh kewujudan spora acuan dan pembiakan fungus. Acuan dan fungus berkembang dengan pesat di kawasan tropika kerana jumlah kelembapan yang tinggi. Apabila udara mencapai titik jenuh dengan kelembapan, ia menjadi lebih kondusif untuk spora acuan memulakan pertumbuhan dan berkembang biak pada pelbagai permukaan. Pengudaraan yang lemah memperburuk masalah ini dengan menahan kelembapan di dalam, jadi lebih menggalakkan pertumbuhan acuan.

3.2.3. Pencemaran Dalam Ruangan

Sumber luar spora acuan boleh disebarkan dan menyebabkan pencemaran dalam bangunan, meningkatkan kemungkinan pertumbuhan acuan pada permukaan dan merosakkan kualiti udara dalam bangunan. Fenomena cuaca, seperti angin dan hujan, berpotensi memberi impak kepada penyebaran spora acuan di persekitaran dalam dan luar bangunan. Gambarajah 6 menunjukkan tanda-tanda spora acuan. Spora fungus udara boleh diangkut oleh arus atmosfera, air, atau serangga dari sumber luar ke dalam persekitaran. Setelah mendarat di permukaan lembap dalam bangunan, spora ini berkemampuan untuk memulakan pertumbuhan dan pembiakan.

Gambarajah 6: Tanda kewujudkan spora.

4. Cadangan Pelan Tindakan untuk Mengelakkan Kecacatan

4.1. Menggunakan Bahan Tahan Cuaca dalam Proses Reka Bentuk Pembinaan

Semasa proses reka bentuk, bahan yang dipilih dan kaedah pembinaan perlu tahan terhadap cuaca. Pelbagai kajian telah menekankan kepentingan menggunakan bahan yang mempunyai ciri-ciri ketahanan cuaca yang tinggi. Sebagai contoh, keluli tahan cuaca yang tinggi didapati memiliki ketahanan cuaca yang sangat baik, sifat mekanikal yang hebat, dan ekonomi yang superior. Contoh bahan tahan cuaca ialah membran kalis air untuk bumbung rata yang boleh mengelakkan penembusan air hujan ke dalam struktur bangunan semasa hujan lebat. Selain itu, bahan ringan seperti konkrit berbuih juga boleh digunakan untuk elemen bumbung.

4.2. Melaksanakan Sistem Saliran yang Betul

Sistem saliran yang betul dapat membantu menguruskan air permukaan, air bawah tanah, dan air ribut. Kajian oleh Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR) menekankan kepentingan sistem saliran yang berkesan dalam mengurangkan impak hujan lebat. Oleh itu, dengan pelaksanaan sistem saliran yang betul, air hujan boleh dialihkan dari asas bangunan dan mengelakkan pengumpulan air yang boleh melemahkan asas bangunan serta menyebabkan kecacatan berkaitan cuaca seperti kelembapan dan pertumbuhan acuan.

4.3. Melakukan Amalan Penyelenggaraan Proaktif

Pemeriksaan dan penyelenggaraan secara berkala adalah penting untuk mengelakkan kecacatan yang disebabkan oleh cuaca. Untuk mengelakkan kerosakan berkaitan cuaca pada bangunan, amalan penyelenggaraan proaktif adalah penting. Pemeriksaan yang dijadualkan boleh mengesan kecacatan berkaitan cuaca pada peringkat awal yang boleh mengelakkan kerosakan besar pada bangunan.

4.4. Mengintegrasikan Teknologi dalam Amalan Penyelenggaraan

Integrasi teknologi boleh membantu dalam mengelakkan kecacatan di masa depan. Penggunaan teknologi seperti termografi inframerah boleh mengesan kecacatan tersembunyi yang disebabkan oleh cuaca seperti penyerapan kelembapan dan kakisan dengan mengambil gambar termal yang menunjukkan variasi suhu. Penggunaan termografi inframerah boleh digunakan dalam pelan mengelakkan kecacatan kerana ia boleh membantu mengesan kecacatan sebelum ia berlaku. Sebagai contoh, termografi inframerah boleh mengesan kelembapan di dalam dinding yang tidak kelihatan dengan mata kasar yang boleh ditangani sebelum kelembapan meresap melalui dinding. Termografi inframerah berkesan untuk mengenal pasti retakan dan kecacatan pada envelope bangunan yang membolehkan penilaian tahap kerosakan dan menunjukkan strategi penyelenggaraan yang perlu.

4.5. Memberikan Latihan untuk Kakitangan Penyelenggaraan

Kakitangan penyelenggaraan yang terlatih dengan baik adalah penting untuk amalan penyelenggaraan yang berkesan bagi mengelakkan kecacatan berkaitan cuaca. Kakitangan penyelenggaraan perlu dilatih dan mempunyai kemahiran untuk mengenal pasti tanda-tanda kerosakan cuaca, melaksanakan langkah penyelenggaraan proaktif dan melakukan pembetulan dengan selamat. Kajian mengenai impak cuaca terhadap kebarangkalian kegagalan komponen sistem kuasa menekankan keperluan untuk memasukkan pertimbangan cuaca dalam latihan dan amalan penyelenggaraan. Dengan memberdayakan kakitangan penyelenggaraan dengan pengetahuan dan kemahiran untuk menangani kecacatan berkaitan cuaca dengan berkesan, kecacatan yang berlaku akibat pengabaian boleh dikurangkan.

4.6. Pemilihan Bahan yang Tepat

Pemilihan bahan pembinaan yang sesuai adalah komponen penting dalam setiap pembinaan [69]. Pemilihan bahan mempunyai pengaruh besar terhadap jangka hayat, daya tarikan visual, praktikaliti, dan kebolehpercayaan ekologi bangunan. Memandangkan pelbagai pilihan yang ada, mungkin sukar untuk memilih bahan yang paling sesuai untuk projek tertentu. Untuk memilih bahan pembinaan yang sesuai, adalah penting untuk mempunyai pemahaman yang menyeluruh mengenai spesifikasi projek. Ambil kira fungsi yang dimaksudkan untuk bangunan tersebut, sama ada untuk kediaman, perniagaan, atau tujuan industri, dan tentukan keperluan dan jangkaan khusus yang perlu dipenuhi. Sebagai contoh, dalam projek perumahan, tumpuan utama mungkin pada daya tarikan visual, keselesaan, dan kecekapan tenaga. Sebaliknya, dalam usaha industri, penekanan utama mungkin pada kekuatan dan keselamatan struktur. Memahami spesifikasi projek membentuk asas untuk memilih bahan yang selaras dengan tujuan projek.

5. Kesimpulan

Kajian ini memberikan analisis menyeluruh mengenai impak cuaca terhadap keadaan bangunan, dengan fokus khusus pada isu seperti kelembapan, fungus dan mildew, lepuhan, kakisan, dan kemerosotan. Ini menekankan kepentingan menggunakan prosedur reka bentuk, pembinaan, dan penyelenggaraan yang berkesan untuk mengurangkan impak risiko berkaitan cuaca ini. Penyelidikan ini dijalankan

menggunakan tinjauan literatur, pemerhatian, dan kajian kes untuk mengumpul data yang terperinci dan tepat. Penyelidik menggunakan pelbagai alat, termasuk kamera, meter kelembapan, dan pita pengukur, untuk membantu proses merekod dan menganalisis data. Selain itu, artikel ini menyoroti penyelesaian praktikal untuk menangani kecacatan yang disebabkan oleh cuaca. Ini termasuk menggunakan lapisan tahan kakisan pada permukaan logam, menggunakan keluli tergalvani atau aluminium untuk bahagian logam luar, dan melaksanakan langkah-langkah untuk mengurangkan pencemar industri dan pelepasan kenderaan yang menyumbang kepada pembentukan hujan asid dalam persekitaran. Akhirnya, artikel ini menekankan kepentingan memahami dan meramalkan corak cuaca, melaksanakan strategi reka bentuk bangunan dan penyelenggaraan yang sesuai, serta menggunakan teknik diagnostik moden untuk mengurangkan impak kecacatan berkaitan cuaca pada struktur bangunan. Punca utama kecacatan klimatologi adalah kelembapan, fungus dan mildew, lepuhan, dan karat. Kecacatan disebabkan oleh hujan, kondensasi, kelembapan dalam udara, kebocoran air, kelembapan, suhu tinggi, sinaran UV, lembapan, oksigen, garam, dan asid

Pengenalan ORCID

Md Azree Othuman Mydin https://orcid.org/0000-0001-8639-1089

Penghargaan

The authors thank the financial support provided by the Ministry of Higher Education, Malaysia, for this research work through the Fundamental Research Grant Scheme Grant Ref. No. FRGS/1/2022/TK01/USM/02/3.

Pernyataan Konflik Kepentingan

Para pengarang menyatakan bahawa tiada konflik kepentingan dengan mana-mana pihak lain dalam penerbitan karya ini.

Rujukan

[1] P. Trotman, C. Sanders, and H. Harrison, Understanding dampness. BRE Bookshop, 2004.

[2] S. Wheeler and R. Critchley, Condensation dampness. Chartered Institute of Environmental Health Practice Notes, 1998.

[3] N. T. Thanh, Improvement of Environmentally-Friendly Alkyd Composite Coating with Graphene Oxide. Malaysian Journal on Composites Science and Manufacturing 7(1) (2002) 1-10. https://doi.org/10.37934/mjcsm.7.1.110

[4] H. U. Zaman, Fabrication and Analysis of Physico-Mechanical Characteristics of Chemically Treated Bhendi Fiber Reinforced Thermoplastic Composites: Effect of UV Radiation, Malaysian Journal on Composites Science and Manufacturing. 13(1) (2024) 1-13. https://doi.org/10.37934/mjcsm.13.1.113

[5] S.W. Tan, N.M. Sani, and M.Z. Sulieman, Investigation into Common Decay of Educational Buildings in Malaysia. MATEC Web of Conferences 10 (2014) 05001. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141005001

[6] M.H. Nensok, and H. Awang, Investigation of Thermal, Mechanical and Transport Properties of UltraLightweight Foamed Concrete (ULFC) Strengthened with Alkali Treated Banana Fibre. Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences 86(1) (2021) 123-139.

[7] R. Burkinshaw, and M. Parrett, Diagnosing damp. Coventry: RICS Books, 2004.

[8] N.M. Sani, and A.F. Phius, Investigation of Industrialised Building System Performance in Comparison to Conventional Construction Method. MATEC Web of Conferences 10 (2014) 04001. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141004001

[9] J.C. Khor, and N.M. Sani, Approaches to Construction Waste Management in Malaysia. MATEC Web of Conferences 17 (2014) 01014. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141701014

[10] Michigan State University Extension, MSUE. Moisture problems in the home. Michigan State University Extension Bulletin E-2109, 2008.

[11] A.E. Noy and J. Douglas, Building surveys and reports. 3rd ed. UK: Blackwell Publishing, 2005.

[12] T.A. Oxley, and E.G. Gobert, Dampness in buildings. 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 1989.

[13] N.A. Othman, N.M. Sani, A Prospective Study on Building Quality: Relationship between Workmanship Quality and Common Building Defects of Low-Cost Construction Projects. MATEC Web of Conferences 17 (2014) 01001. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141701001

[14] N.A. Agus Salim, S.W. Tan, N.M. Tawil, and N.M. Ulang, Assessment of Significant Causes to School Building Defects. E3S Web of Conferences 3 (2014) 01002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20140301002

[15] T.S. Jing, and N. Utaberta, Appraisal of Moisture Problem of Inheritance Building Envelope Assemblies via Visible and Infrared Thermography Methods. Jurnal Teknologi 75(5) (2015) 1–6. https://doi.org/10.11113/jt.v75.4951

[16] M. Mahli, A.L. Che-Ani, H. Yahaya, N.M. Tawil, and M.A. Othuman Mydin, School Building Defect Pattern. MATEC Web of Conferences 15 (2014) 01007. https://doi.org/10.1051/matecconf/20141501007

[17] M.H. Hassan, M.A. Mydin, and N. Utaberta, Study of Rising Dampness Problem in Housing Area in Klang Valley, Malaysia. Jurnal Teknologi 75(5) (2015) 113–119. https://doi.org/10.11113/jt.v75.5080

[18] Seeley IH. Building maintenance. London: The Macmillan Press Ltd., 1994, pp. 362.