

ANALISIS PEMILIHAN ELEMEN FASAD TERHADAP KEAMANAN DAN KENYAMANAN BANGUNAN SEKOLAH CIKAL LEBAK BULUS TAHAP 2

Ahlul Karim Ramadhan

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
D300200095@student.ums.ac.id

Muhammad Siam Priyono Nugroho

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
mspn205.ums.ac.id

ABSTRAK

Fasad bangunan merupakan bagian yang sangat krusial dalam estetika dan fungsi bangunan, terutama dalam konteks pendidikan. Fasad bangunan sangat berpengaruh terhadap performa bangunan karena fasad merupakan visual pertama yang dapat dilihat dan mempengaruhi persepsi seseorang terhadap suatu bangunan. Desain fasad yang cermat tidak hanya menciptakan estetika yang memikat tetapi juga memiliki dampak substansial terhadap kondisi keamanan dan kenyamanan lingkungan belajar. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara pemilihan elemen fasad dengan tingkat keamanan dan kenyamanan bangunan sekolah. Metode penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pengambilan data diperoleh melalui observasi secara langsung ke lapangan, studi pustaka dan wawancara. Selanjutnya data akan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui elemen-elemen pembentuk fasad bangunan Sekolah Cikal. Hasil dari penelitian ini adalah elemen fasad pada bangunan sekolah Cikal menggunakan elemen dinding precast dan jendela aluminium finished goods yang mampu mendukung tingkat keamanan dan kenyamanan sebagai fungsi sekolah karena dapat mereduksi kebisingan, menyerap panas matahari dan dapat mencegah api merambat karena pemilihan material dan desain yang diterapkan.

KEYWORDS:

Fasad; dinding precast; jendela aluminium

PENDAHULUAN

Pada era modern, peran kenyamanan dalam lingkungan pendidikan, khususnya disekolah telah menjadi fokus utama dalam merancang dan mengelola bangunan. Faktor kenyamanan tidak hanya mempengaruhi performa siswa dan staf pengajar, tetapi juga menciptakan atmosfer positif yang mendukung pembelajaran yang efektif (Agustina & Masyithoh, 2024). Kenyamanan lingkungan belajar disekolah adalah faktor kritis yang berpengaruh pada kesejahteraan siswa dan kinerja akademis mereka. Salah satu aspek penting yang dapat memberikan dampak besar terhadap kenyamanan adalah tingkat kebisingan di dalam ruangan. Kondisi bising dikelas dapat mengganggu proses pembelajaran, menyebabkan stres, dan mengurangi konsentrasi siswa (Haslianti, 2019). Selain itu, aspek kenyamanan yang tidak kalah penting di sekolah adalah panas yang berasal dari sinar matahari. Oleh karena itu,

pemilihan material yang kedap suara dan tahan panas dalam desain sekolah menjadi sangat penting. Pemilihan material fasad dinding dan jendela memiliki peran sentral dalam menghasilkan bangunan yang efisien secara energi, berkinerja tinggi, dan estetis. Fasad dinding menggunakan precast dan material jendela dengan aluminium finished goods menjadi alternatif yang menarik karena kombinasi kekuatan struktural, efisiensi energi, dan potensi estetika yang dapat disesuaikan.

Fasad dinding precast dan jendela aluminium, sebagai bagian integral dari kulit bangunan, menawarkan potensi unik untuk mengintegrasikan keberlanjutan dan keamanan struktural dalam desain bangunan (Dewanto, 2019).

Fasad dinding precast dengan karakteristik produksi offsite dan kekuatan strukturalnya, dapat memberikan solusi yang cepat, ekonomis, dan efisien dalam proyek konstruksi. Sementara itu, jendela aluminium

telah dikenal dengan kekuatan ringan, daya tahan korosi, dan kemampuan untuk mendukung desain bangunan yang modern. Meskipun potensinya telah diakui, tantangan nyata muncul dalam menggabungkan kedua material ini untuk mencapai hasil optimal dan menyelaraskan kebutuhan konstruksi modern.

Keberlanjutan, efisiensi energi, dan aspek estetika semakin menjadi fokus utama dalam industri konstruksi. Dengan meningkatnya permintaan akan solusi konstruksi yang holistik, penelitian ini memiliki relevansi yang signifikan dalam memberikan pandangan yang mendalam tentang bagaimana kombinasi fasad dinding *precast* dan jendela aluminium dapat memberikan kontribusi terhadap pencapaian bangunan yang efisien, berkinerja tinggi, dan estetis.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Fasad

Fasad adalah bagian eksterior suatu bangunan yang menghadap ke jalanan atau area terbuka lainnya. Fasad tidak hanya berfungsi sebagai elemen pelindung fisik bangunan, tetapi juga memberikan identitas visual dan estetika. Fasad merupakan ekspresi visual yang pertama kali dapat diapresiasi publik (Sastra M., 2013).

Dalam pemahaman lain, fasad merupakan elemen visual bangunan yang menggambarkan karakteristik fungsi dan makna dari bangunan tersebut (Krier, 1983). Perancangan karakteristik fasad melibatkan komposisi dengan menciptakan kesatuan yang harmonis menggunakan komposisi proporsional, unsur vertikal – horizontal yang terstruktur, material, warna, dan elemen – elemen dekoratif. Proporsi, bukaan, tinggi bangunan, prinsip repetisi, keseimbangan, serta tema menjadi komposisi yang juga penting dalam menggambarkan karakter fasad bangunan.

Elemen pada selubung bangunan yang dapat diolah dan diamati adalah dinding bangunan. Bagian ini menjadi bagian terluas, faktor penentu utama penilaian karakteristik bangunan. Kriteria dan komponen penilaian pada dinding bangunan antara lain:

1. Proporsi massif - transparan

Permainan perbandingan bukaan (transparan) dan dinding (masif) didapati menjadi komponen yang mampu menampilkan efek karakter visual bangunan gedung.

2. Efek vertikalitas – horizontalitas

Konfigurasi elemen vertikal dan horizontal dapat memberikan efek visual pada selubung bangunan. Beberapa hal yang dapat menjadi elemen konfigurasi vertikal - horizontal antara lain : pola perpetakan jendela/pintu, proporsi jendela/pintu, atau konstruksi alat peneduh/*sunblinds*.

3. Warna dinding

Warna dinding merupakan komponen yang paling berpengaruh pada tampilan karakter selubung bangunan. Warna memiliki fungsi sebagai aksen dan atau penunjuk identitas bangunannya.

4. Material dinding

Pemilihan bahan/material pada selubung bangunan dapat menimbulkan kesan/efek visual yang berbeda bagi pengamat. Sebagai contoh tekstur kasar terkesan mendekat, halus terkesan menjauhi, serta berbagai macam sifat tekstur lainnya.

Pengertian Beton Pracetak (*precast concrete*)

Beton pracetak adalah komponen konstruksi yang diproduksi di luar lokasi konstruksi dan diangkut ke lokasi untuk dipasang.

Sistem Struktur Beton Pracetak

Sistem struktur beton pracetak merupakan salah satu alternatif teknologi dalam perkembangan konstruksi di Indonesia yang mendukung efisiensi waktu, efisiensi energi, dan mendukung pelestarian lingkungan (Nurjannah, 2011).

Berikut karakteristik dinding *precast*:

1. Kecepatan Konstruksi: Dinding *precast* beton memungkinkan kecepatan konstruksi yang lebih tinggi karena proses produksinya dapat dilakukan secara paralel dengan pekerjaan persiapan situs.
2. Kualitas Kontrol: Karena diproduksi dalam kondisi pabrik yang terkendali, dinding *precast* beton memiliki tingkat kualitas yang lebih tinggi dan konsisten

dibandingkan dengan dinding yang dicetak di tempat.

3. Beragam Desain dan Ukuran: Dinding *precast* beton dapat dirancang untuk memenuhi berbagai kebutuhan desain dan ukuran. Desain permukaan, pola, dan warna dapat disesuaikan sesuai keinginan.
4. Kekuatan dan Ketahanan: Beton adalah bahan yang kuat dan tahan terhadap elemen-elemen lingkungan. Dinding *precast* beton dapat memberikan ketahanan yang baik terhadap gempa bumi, angin, dan kebakaran.
5. Isolasi Termal dan Akustik: Dengan memasukkan bahan isolasi termal dan akustik pada panel beton, dinding *precast* dapat memberikan isolasi termal dan akustik yang baik, tergantung pada desainnya. Ini dapat membantu meredam suara dan mengatur suhu dalam bangunan.

Keunggulan dinding *precast*

1. Efisiensi Energi: Dinding *precast* beton dapat menyediakan efisiensi energi karena kemampuannya untuk menyimpan dan melepaskan panas dengan baik. Hal ini dapat mengurangi kebutuhan pemanasan atau pendinginan dalam bangunan.
2. Ketahanan Terhadap Api: Beton memiliki sifat tahan terhadap api, dan dengan tambahan bahan tahan api yang sesuai, dinding *precast* beton dapat memberikan perlindungan tambahan terhadap kebakaran.
3. Ketahanan Terhadap Cuaca: Dinding *precast* beton tahan terhadap cuaca dan kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti hujan, salju, dan suhu ekstrem.
4. Keandalan Struktural: Dinding *precast* beton dirancang untuk memberikan keandalan struktural yang tinggi. Panel beton memiliki kekuatan yang baik dan dapat mendukung beban struktural dengan efektif.
5. Penghematan Biaya dalam Jangka Panjang: Meskipun biaya awal produksi dan pengangkutan dapat menjadi lebih tinggi, penggunaan dinding *precast* beton dapat menghemat biaya dalam jangka panjang

melalui efisiensi konstruksi, daya tahan, dan kebutuhan perawatan yang rendah.

Kelebihan dan Kelemahan Jendela Aluminium

Jendela aluminium menonjol karena kekuatan ringan, daya tahan korosi, dan kemampuannya untuk mendukung desain yang tipis. Kelebihan lainnya mencakup keandalan struktural, tahan lama, dan kemampuan untuk didaur ulang. Kelemahan material aluminium memiliki konduktivitas panas yang tinggi namun dengan meningkatkan isolasi termal dapat mengatasi hal ini.

Interaksi Fasad Dinding *Precast* dan Jendela Aluminium

Kemampuan dinding *precast* dalam mereduksi kebisingan tidak hanya bergantung pada dinding itu sendiri, tetapi juga pada kondisi lingkungan, jenis suara yang dihadapi (suara rendah atau tinggi), dan faktor-faktor lainnya. Untuk aplikasi yang memerlukan tingkat isolasi suara yang tinggi, seringkali kombinasi dengan strategi lain, seperti penggunaan jendela dengan kaca isolasi suara dan desain interior yang memperhatikan akustik, dapat memberikan hasil yang lebih baik secara keseluruhan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif untuk memberikan pemahaman menyeluruh tentang pemilihan elemen fasad terhadap keamanan dan kenyamanan dengan menggunakan dinding *precast* dan material jendela aluminium *finished goods* dalam konstruksi bangunan.

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Cikal Lebak Bulus tahap 2 yang berlokasi di Jalan Lebak Bulus 1, Jakarta Selatan dan di pabrik yang berlokasi di Kawasan Industri Modern Cikande Kabupaten Serang, Provinsi Banten. Objek penelitian ini adalah gedung sekolah yang memiliki luas bangunan 17.482,51 m². Pengambilan data dilakukan dari bulan Oktober 2023 – Desember 2023.



Gambar 1. Sekolah Cikal

(Sumber: Dokumen Penulis, 2023)

Metode pengumpulan data yang digunakan, antara lain: observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung untuk mendapatkan data lapangan. Untuk jendela aluminium dengan membedah spesifikasi material yang digunakan di dalamnya. Kemudian dilakukan wawancara dengan pihak terkait untuk mendapatkan data yang lebih detail apabila ada pertanyaan saat melakukan observasi. Terakhir, dilakukan studi literatur untuk melengkapi dan memperkuat data-data yang diambil dari hasil observasi dan wawancara.

PEMBAHASAN

Kebakaran merupakan suatu fenomena yang terjadi ketika suatu bahan mencapai temperatur kritis dan bereaksi secara kimia dengan oksigen yang menghasilkan panas, nyala api, cahaya, asap, uap air, karbon monoksida, karbon dioksida, atau produk dan efek lainnya (NFPA, 2002).

Kebakaran merupakan suatu reaksi kimia oksidasi yang disebabkan oleh tiga faktor yaitu oksigen, bahan bakar dan panas. Ketiga faktor tersebut akan menimbulkan peristiwa kebakaran yang menimbulkan panas, nyala api, asap dan gas. Kebakaran yang terjadi dapat menimbulkan kerugian akan material, stagnasi kegiatan usaha, kerusakan lingkungan maupun menimbulkan ancaman terhadap keselamatan jiwa seseorang (Suprpto, 1998).



Gambar 2. Teori Segitiga Api

(Sumber: Adzim, 2021)

Mekanisme Perambatan Api

Mekanisme perambatan api biasanya dimulai dari api yang kecil, kemudian membesar dan menjangkar ke daerah sekitarnya. Perambatan api dapat melalui beberapa proses (Ramli, 2010) adalah sebagai berikut:

1. Konveksi

Perambatan api melalui benda padat yang berada di sekitarnya, misalnya merambat melalui besi, beton, kayu, atau dinding. Api yang merambat melalui dinding mengakibatkan keseluruhan ruangan menjadi panas sehingga semakin mempermudah proses perambatan api.

2. Konduksi

Perambatan api juga dapat melalui fluida, misalnya air, udara, atau bahan cair lainnya. Suhu panas api pada ruangan yang terbakar dapat dibawa melalui hembusan angin sehingga mempermudah penyebaran suhu panas pada daerah sekitarnya.

3. Radiasi

Perambatan panas melalui proses radiasi seperti pancaran cahaya yang dikeluarkan oleh nyala api sehingga mengakibatkan proses perpindahan panas (*heat transfer*) dari sumber panas ke objek lainnya dengan mudah. Salah satu contohnya adalah penyebaran api dari suatu bangunan ke bangunan lain di sebelahnya.

Material yang sering digunakan untuk fasad bangunan yang memiliki sifat tahan api :

1. Plat Perlindungan (*Fireproof Board*)

Plakat perlindungan api, seperti plakat seng tahan api, dapat digunakan sebagai pelapis eksterior untuk melindungi struktur dari panas dan api.

2. *Gypsum Board* Tahan Api

Gypsum board tahan api biasanya digunakan untuk dinding interior, tetapi juga dapat diterapkan pada fasad bangunan untuk memberikan perlindungan tambahan.

3. Panel Komposit Aluminium (*Aluminium Composite Panel-ACP*)

Panel komposit aluminium umum digunakan untuk fasad bangunan karena sifat ringannya dan kemampuannya untuk memberikan tampilan modern.

4. Batu Alam

Penggunaan batu alam pada fasad memberikan estetika yang indah dan beberapa jenis batu alam memiliki sifat tahan api.

5. Kaca Tahan Api

Kaca tahan api dapat digunakan dalam desain fasad bangunan untuk memberikan tampilan yang modern dan juga memberikan perlindungan terhadap suhu tinggi dan api.

6. Material Komposit Berbasis Mineral (*Mineral Composite Panel*)

Material komposit berbasis mineral, seperti panel komposit dengan inti mineral, dapat memberikan sifat tahan api dan kekuatan struktural.

7. Beton Tahan Api

Beton dirancang khusus dengan aditif tahan api dapat digunakan pada elemen-elemen fasad untuk memberikan perlindungan terhadap api.

8. Plester Tahan Api

Plester tahan api dapat diaplikasikan pada dinding eksterior untuk memberikan perlindungan tambahan dan meningkatkan ketahanan terhadap panas.

9. Batu Bata Tahan Api

Batu bata tahan api dapat digunakan pada fasad bangunan untuk memberikan keamanan tambahan terhadap resiko kebakaran.

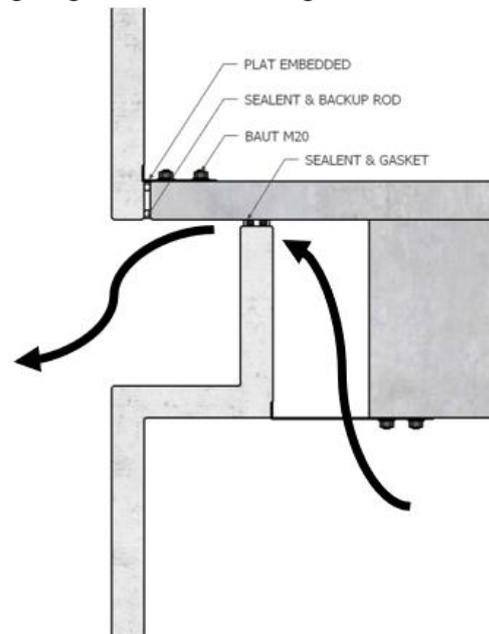
10. Material Komposit Berbasis Serat (*Fiber Reinforced Composite*)

Material komposit yang menggabungkan serat tahan api dapat digunakan untuk membuat panel atau elemen fasad yang tahan terhadap panas dan api.

Material yang dipilih adalah beton karena sesuai dengan kebutuhan spesifikasi proyek yang berfungsi sebagai sekolah sehingga memerlukan material yang tak hanya tahan api tapi dapat tahan terhadap berbagai cuaca dan dapat mereduksi kebisingan dengan baik. Kemudian pemilihan desain juga dapat mendukung keamanan dan kenyamanan bangunan sekolah.

Desain fasad dinding beton pracetak (*precast concrete*) dibuat ada lekukan dengan tujuan apabila terjadi kebakaran api tidak merambat ke lantai atasnya dengan skema

seperti gambar di bawah sehingga api akan langsung keluar ke luar bangunan.

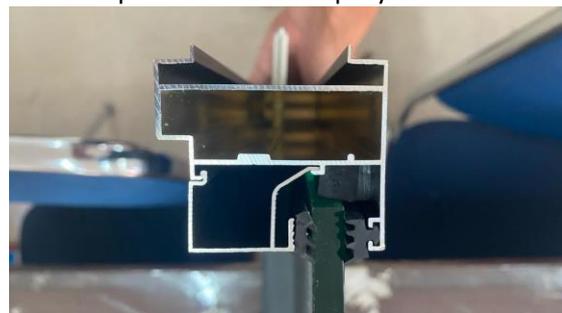


Gambar 3. Skema Desain Precast (Sumber: Dokumen Penulis, 2023)

Selain itu, dengan pengaplikasian penutup celah panel dinding precast menggunakan backup rod, gasket dan sealent dengan baik dapat memaksimalkan air tidak masuk dan meredam kebisingan masuk ke dalam bangunan.

Analisis Efisiensi Energi Jendela Aluminium

Aluminium Finished Goods adalah produk premium jendela yang didesain dengan gaya arsitektur modern. Bahan yang dipakai adalah Aluminium Alloy khusus untuk jendela aluminium. Produk ini berkualitas tinggi cocok untuk segala daerah dan segala macam cuaca. Dilihat dari material dan proses produksi tentu hasilnya juga akan berbeda, hasil yang dirakit pabrik mempunyai standar kualitas yang tinggi dengan sistem *quality control* (QC) yang baik sebelum produk dikirim ke proyek.

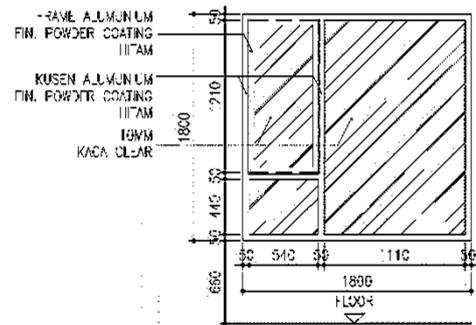


Gambar 4. Potongan Jendela Aluminium (Sumber: Dokumen Penulis, 2023)

Spesifikasi material jendela aluminium *finished goods* melibatkan berbagai aspek:

1. Rangka (*frame*) menggunakan aluminium alloy dengan kekuatan tinggi (6063-T5).
2. Kaca *float* dan *laminated* dengan ketebalan 10 mm sesuai standar keamanan.
3. Sistem engsel, *handle*, dan aksesoris lainnya yang terbuat dari bahan berkualitas tinggi untuk daya tahan dan keamanan maksimal.
4. Ketebalan profil 2 mm untuk rangka dan 5 mm untuk profil kaca.
5. *Finishing* menggunakan teknik *powder coating* untuk memberikan tahan karat, tahan cuaca, dan warna yang estetik.
6. *Anodizing* untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan korosi.
7. Performa U-Value sebesar $5,7 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ memenuhi standar termal untuk meningkatkan efisiensi energi.
8. *Sound insulation* untuk meningkatkan isolasi suara yang sesuai untuk lingkungan yang nyaman.
9. Ketahanan terhadap angin dan air memenuhi standar ketahanan terhadap angin dan air untuk menghindari kebocoran dan kerusakan akibat cuaca ekstrem.
10. Menggunakan sistem kunci dan engsel berkualitas tinggi untuk meningkatkan keamanan.
11. Penggunaan kaca *laminated* untuk peningkatan keamanan.
12. Memenuhi standar sertifikasi yang relevan seperti ISO dan CE.

Dari spesifikasi di atas yang menyebabkan jendela aluminium *finished goods* memiliki keunggulan dibandingkan dengan material lainnya. Jendela aluminium dengan *finished goods* memperoleh hasil $35,64 \text{ Watts/m}^2$ sesuai dengan hasil perhitungan Nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OOTV) yang didapatkan. Nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OOTV) untuk bangunan tidak boleh melebihi 45 Watts/m^2 yang ditetapkan oleh SNI 03-6389-2000. Jendela tersebut menggunakan material yang unggul sehingga dapat mereduksi kebisingan dan panas matahari dengan baik serta dapat tahan di berbagai cuaca.



Gambar 5. Desain Jendela
(Sumber: Dokumen Penulis, 2023)

Dari penelitian di lapangan, pada Sekolah Cikal tahap 1 jendela masih menggunakan aluminium *non finish good* dan kebisingan belum dapat tereduksi dengan baik, kemudian pada tahap 2 dengan menggunakan aluminium *finished goods* dapat meredam kebisingan hingga 30 dB.



Gambar 6. Fasad Sekolah Cikal
(Sumber: Dokumen Penulis, 2023)

Sinergi Antara Fasad Dinding *Precast* dan Jendela Aluminium

Dengan menganalisis hasil dari kedua elemen tersebut, penelitian ini menyelidiki bagaimana integrasi fasad dinding *precast* dan jendela aluminium dapat menciptakan sinergi yang lebih besar dalam mencapai bangunan yang efisien dan berkinerja tinggi khususnya dalam keamanan dan kenyamanan sekolah. Cat tekstur dinding dengan warna terakota digunakan bukan hanya sebagai daya tarik yang mencolok, melainkan dengan maksud dan tujuan untuk menyerap radiasi matahari dan menjaga kenyamanan termal di dalamnya. Penempatan bukaan kaca dioptimalkan untuk menjaga performa pencahayaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan gambaran menyeluruh tentang pemilihan elemen fasad dengan menggunakan dinding *precast* dan

jendela aluminium *finished goods* dalam konstruksi bangunan. Berdasarkan hasil analisis dan temuan yang telah dijelaskan, kesimpulan utama dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Desain fasad dengan lekukan pada dinding *precast* dapat mendukung sistem keamanan bangunan apabila terjadi kebakaran.
2. Pemilihan elemen fasad bangunan Sekolah Cikal mempengaruhi keamanan dan kenyamanan pengguna.
3. Mengetahui spesifikasi jendela aluminium *finished goods*.
4. Perpaduan penerapan fasad dengan menggunakan dinding *precast* dan jendela aluminium *finished goods* dapat menciptakan bangunan yang tahan air, tahan panas, dan mereduksi kebisingan dengan maksimal.

Dengan demikian, kesimpulan penelitian ini memberikan pandangan holistik tentang potensi dan tantangan dalam menggunakan fasad dinding *precast* dan jendela aluminium *finished goods* dalam konstruksi bangunan modern. Implikasi hasil penelitian ini dapat membimbing praktisi industri dan peneliti untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi bangunan berkelanjutan di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menyelesaikan penelitian ini tentunya banyak rintangan dan kesulitan tersendiri yang telah dihadapi oleh penulis. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, khususnya kepada tim MK Inti Gria Perkasa yang telah membantu memberikan saran dan masukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adzim, H. I. (2021). Pengertian (Definisi) Api dan Kebakaran. Retrieved from sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com website: <https://sistemmanajemenkeselamatankerja.blogspot.com/2013/10/pengertian-api-dan-kebakaran.html>

Agustina, L. A., & Masyithoh, S. (2024). Pengaruh Lingkungan Sekolah Terhadap

Prestasi Belajar Siswa Di Sekolah Dasar: Tinjauan Literatur. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(6).

Dewanto, R. (2019). Pengaruh Desain dan Penggunaan Dinding Precast Beton Pada Fasad Bangunan Untuk Optimalisasi Suhu Dalam Ruang Kelas. *International Journal on Livable Space*, 4(1), 32. <https://doi.org/10.25105/livas.v4i1.4693>

Haslianti. (2019). Pengaruh Kebisingan Dan Motivasi Belajar Terhadap Konsentrasi Belajar Pada Siswa. *Psikoborneo*, 7(4), 608–615.

Krier, R. (1983). *Element of Architecture*. London: Architecture Design AD.

NFPA. (2002). NFPA Reporters Guide to Fire and NFPA to All About Fire. Retrieved from National Fire Protection Association website: <https://www.nfpa.org/news-and-research/news-and-media/press-room/reporters-guide-to-fire-and-nfpa/all-about-fire>

Nurjannah, S. A. (2011). Perkembangan Sistem Struktur Beton Pracetak Sebagai Alternatif Pada Teknologi Konstruksi Indonesia yang Mendukung Efisiensi Energi Serta Ramah Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional AVoER*, 3, 234–242.

Ramli, S. (2010). *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Dian Rakyat.

Sastra M., S. (2013). *Inspirasi Fasade Rumah Tinggal*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.

Suprpto. (1998). Firesafety in Building and Housing. *Masalah Bangunan*, 38, 1–4.