

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



Optimalisasi Jangkauan Pencahayaan Alami Ruang melalui Sistem Gerak Dinding

TIM PENGUSUL

Dr.-Ing. Sita Yulastuti A., ST., M.Eng

Patricia P. Noviandri, ST., M.Eng

DUTA WACANA

Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

November 2020

DAFTAR ISI

Ringkasan	3
BAB I PENDAHULUAN	4
1.1. Latar Belakang	4
1.2. Permasalahan	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Hipotesis Penelitian	6
1.6. Kerangka Alur Penelitian	6
1.7. Roadmap Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Cahaya	8
2.2. Prinsip Fasad atau <i>Building Skin</i>	9
2.3. Jenis-jenis <i>Secondary Façade</i>	10
2.4. Perkembangan Rekayasa Kulit Luar Bangunan	11
2.5. Sistem Gerak pada pembatas ruang	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
BAB IV HASIL DAN LUARAN PENELITIAN	15
4.1. Tahap I : Pembuatan material kinetik fasad dari limbah banner	15
4.2. Tahap II: Pembuatan maket studi modul kinetik fasad	15
4.3. Tahap III: Pembuatan maket sistem gerak	16
4.4. Tahap IV: Pengujian dengan menggunakan software	17
4.5. Tahap V: Pembuatan prototype modul 2m x2m	18
BAB V EVALUASI DAN LUARAN	29
5.1. Evaluasi	29
5.2. Luaran	30
BAB VI KESIMPULAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33

Optimalisasi Jangkauan Pencahayaan Ruang Melalui Sistem Gerak Dinding

Ringkasan

Efektifitas pergerakan sirip matahari mampu memberikan optimalisasi jangkauan pencahayaan pada ruang dalam. Variabel bentuk, besaran sirip dan kemiringan sudut material merupakan parameter pengukuran yang penting yang mempengaruhi jangkauan pencahayaan ruang dalam. Pembuatan modul dinding bergerak merupakan salah satu alat simulasi yang ditempuh pada penelitian ini. Efektifitas dinding bergerak dievaluasi dengan jangkauan kedalaman cahaya, serta efektifitas dari desain sirip-siripnya.

Penelitian tentang sistem gerak dan sambungan pada desain sirip matahari diawali dengan pembuatan model ruang sebagai perwujudan dari desain uji ruangan nyata (skala 1:1). Model ruang kemudian ditambahkan dengan aplikasi sistem gerak yang nantinya akan dipasangkan pada sisi dinding. Proses selanjutnya adalah menentukan variabel yang akan diujikan melalui pemasangan pada model ruang. Pergerakan yang diharapkan nantinya untuk mengatur intensitas pencahayaan yang disesuaikan dengan fungsi ruang. Selain itu dengan sistem gerak ini akan memudahkan pengguna bangunan untuk mengatur intensitas pencahayaan yang diharapkan masuk ke dalam bangunan. Bukaan yang didapatkan dari sistem gerak poros tidak sepenuhnya terbuka seperti pada sistem *sliding dan folding*. Sistem ini membuat panel berada di tengah-tengah (bukaan paling optimal pada sistem porosnya). Hal ini akan membuat munculnya sirip-sirip pada bukaan, sehingga pada sistem poros ini jangkauan cahaya bisa tetap masuk kedalam ruangan, namun luasan bukaan tidak optimal dibandingkan dengan sistem bukaan *folding* maupun *sliding*. Berdasarkan hasil tersebut maka kemungkinan yang terjadi adalah intensitas pencahayaan tidak dapat maksimal, yang mengakibatkan distribusi cahaya yang tidak merata. Intensitas cahaya terbesar akan berada di dekat bukaan jendela poros dengan kemungkinan pembayangan dari sirip yang berada pada posisi tengah jendela. Pengembangan kedepan adalah melalui integrasi metode pergerakan dan sistem otomatisasi, agar *user* diuntungkan untuk efektifitas dan efisiensi, terutama pada fasad yang luas.

Kata kunci: sirip matahari, sistem gerak, gerak mekanik, desain fasad bergerak, intensitas pencahayaan, jarak jangkauan cahaya

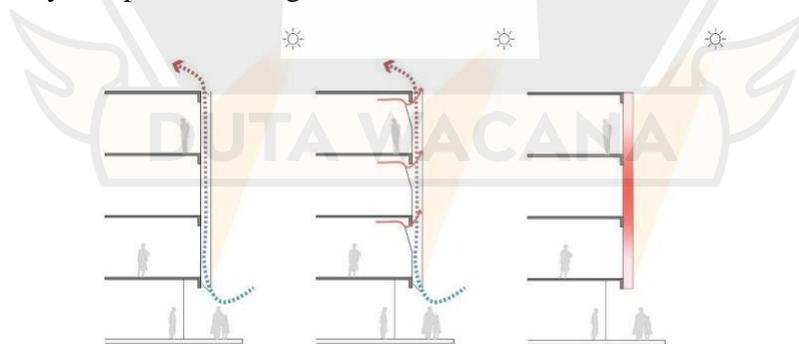
BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indera penglihatan merupakan bagian penting dalam menikmati karya arsitektur. Kenyamanan visual manusia ditentukan oleh banyaknya cahaya yang ada pada ruang dan diterima oleh indera penglihatan. Faktor kekurangan cahaya dalam ruang akan menyebabkan kenyamanan penglihatan terganggu, kesehatan tidak optimal, serta kesan ruang yang terbentuk tidak seperti yang diharapkan. Pencahayaan alamiah yang dimanfaatkan dalam arsitektur meliputi jangkauan cahaya, arah bukaan dan elemen yang digunakan untuk memasukkan cahaya; ketiga hal tersebut mempunyai peran penting untuk mewujudkan kenyamanan pada bangunan (Ashadi, dkk, 2015). Jangkauan pencahayaan ruang tergantung dengan Window Wall Ratio (WWR).

WWR adalah perbandingan antara bukaan dengan bidang dinding. WWR semakin besar maka semakin besar pula jangkauan pencahayaan yang ada di dalam ruang. Menurut Sari, dkk (2017), adanya pengaruh orientasi dan luas bukaan jendela terhadap tingkat kenyamanan visual dalam ruang. Hal ini berarti munculnya jangkauan cahaya disebabkan adanya bukaan cahaya yang besar dan orientasi bukaan yang tepat. Bukaan yang hanya satu sisi tidak mampu menghasilkan keseragaman untuk mencapai standar minimum sehingga diperlukan bukaan multisisi sehingga jangkauan cahaya dalam ruang menjadi maksimal (Sari, dkk, 2017). Permasalahan yang terjadi yaitu bukaan tersebut tidak hanya memberikan cahaya tetapi juga panas.

Cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan didistribusikan dengan baik dan tidak membuat kelebihan tingkat iluminasi maka beban panas dari sinar matahari langsung akan lebih rendah dibanding dari cahaya buatan (Lechner, 2001). Munculnya teknologi secondary skin merupakan salah satu strategi dalam mengurangi panas yang masuk. Salah satu secondary skin yang sederhana yaitu kerai. Kerai dinilai sebagai salah satu strategi paling efektif dalam memantulkan cahaya ke plafond ruang dalam



Gambar 1.1 Ilustrasi arus udara dalam bangunan secondary skin

Sumber : Archdaily melalui

<https://www.casaindonesia.com/article/read/1/2020/1633/ApaArti-Fungsi-Secondary-Skin>

Saat ini, jenis secondary skin sudah dapat didesain sendiri sesuai dengan selera klien. *Secondary skin* mampu menghasilkan pencahayaan dan penghawaan alami pada bangunan sehingga mampu menjadi bangunan hemat energi, nyaman, dan aman (Chaerwansyah dan Riany, 2014). Selain itu, dari aspek estetika, *secondary skin* mampu memberikan gaya yang berbeda pada bangunan. Namun, secondary skin memiliki kelemahan terkait cahaya yang masuk. Apabila pemilihan *secondary skin* kurang tepat maka yang terjadi adalah ruang yang kurang cahaya (biasanya menggunakan motif-motif yang tertutup).



Gambar 1.2 Jenis Secondary skin solid (kiri) dan transparan (kanan)

Sumber: <https://www.casaindonesia.com/article/read/1/2020/1633/Apa-Arti-FungsiSecondarySkin>

Dalam menanggapi kondisi cahaya alami dan matahari yang bervariasi maka penghalang matahari dengan sistem dinamis lebih efektif dibanding sistem statis. Kulit bangunan (fasad) yang dapat berubah bentuk bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan cahaya dalam bangunan (Chaerwansyah dan Riany, 2014). Fasad yang berubah bentuk dapat dilakukan dengan sistem aktif (otomatisasi) maupun secara manual. Fasad yang mampu bergerak digunakan untuk mengendalikan cahaya yang masuk.

Fasad yang dinamis umumnya memiliki sistem gerak lipat, berputar, maupun bergeser. Pergerakan fasad tersebut belum memiliki penelitian terkait bagian mana yang harus dibuka atau bergerak bergantung dengan orientasi bangunannya. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh peneliti, telah ditemukan material berbahan plastik banner mampu menjadi material secondary skin yang ringan sehingga mudah dibentuk dan digerakkan.

Penelitian ini fokus dalam menemukan sistem gerak elemen fasad (dinding) yang memberikan jangkauan optimal dalam pencahayaan. Sistem gerak ini tidak hanya digunakan sebagai *secondary skin*, atau *single façade*, tetapi juga dapat diaplikasikan pada dinding pembatas antar ruang. Sistem gerak pada dinding menjadi solusi dalam mendesain elemen pembatas ruang yang membutuhkan pencahayaan yang optimal sesuai kebutuhan ruangnya.

1.2. Permasalahan

Permasalahan yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem gerak pada modul dinding untuk mengoptimalkan jangkauan pencahayaan yang ada dalam ruang.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah untuk mengetahui sistem gerak yang dapat diaplikasikan pada elemen pembatas ruang yang bertujuan dalam optimalisasi pencahayaan dalam ruang.

1.4. Manfaat Penelitian

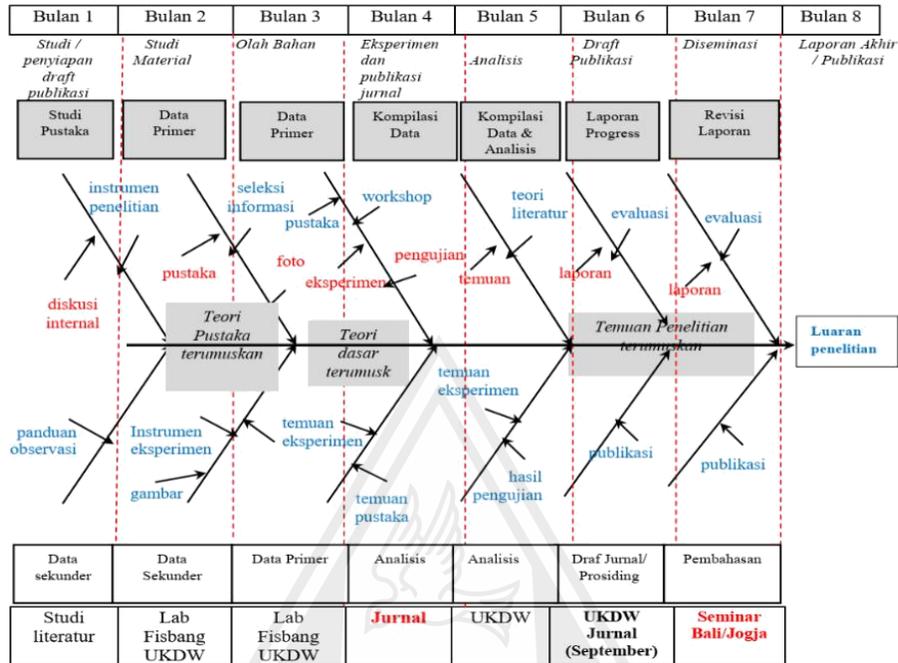
Manfaat dari penelitian ini yaitu mendapatkan metode sistem gerak yang aplikatif untuk desain elemen pembatas ruang baik untuk muka bangunan maupun antar ruang dalam. Penelitian ini akan berpotensi untuk dikembangkan menjadi penelitian produk inovasi.

1.5. Hipotesis Penelitian

Sistem gerak kombinasi mampu mengoptimalkan jangkauan pencahayaan yang ada dalam ruang. Sistem gerak kombinasi memberikan nilai WWR yang besar dan mampu menyesuaikan dengan arah datang cahaya. Jangkauan cahaya yang optimal akan memberikan kenyamanan visual bagi pengguna ruang.

1.6. Kerangka Alur Penelitian

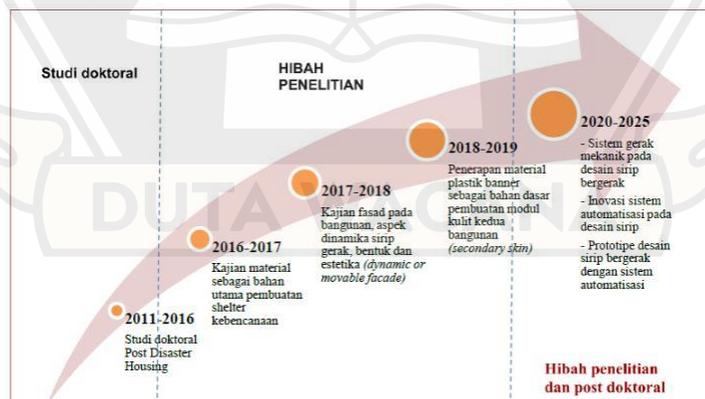
Penelitian diawali dengan studi kajian terkait teknik laminasi, dan aplikasi limbah banner sebagai secondary facade yang pernah dilaksanakan pada penelitian di tahun 2017 hingga 2019. Seperti pada penelitian sebelumnya, penelitian ini akan memiliki durasi pelaksanaan selama 8 bulan. Aktivitas penelitian mengambil tempat di Laboratorium Fisika Bangunan Prodi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain (FAD), Universitas Kristen Duta Wacana. Kegiatan dalam laboratorium ini diawali dengan pembuatan modul fasad sederhana, melakukan eksperimen terkait sistem gerak yang ada (katalog sistem gerak), membuat teknik sistem gerak kombinasi secara manual, menganalisis baik menggunakan pengamatan maupun software (sketchup atau dialux), dan menemukan sistem gerak yang optimal dalam jangkauan pencahayaan ruang.



Gambar 1.3. Kerangka Penelitian
Sumber: Penulis

1.7. Roadmap Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengujian sederhana yang kemudian dilanjutkan dengan penelitian lanjutan. Penelitian ini dilakukan secara bertahap sesuai roadmap penelitian. Roadmap penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1. Bagian penting dari tahap penelitian ini yaitu sistem mekanik agar elemen bangunan dapat berubah atau bergerak. Kontribusi pemikiran pada tahap ini sangat berguna untuk meningkatkan *nilai/value* dari material menjadi material pembatas ruang.



Gambar 1.4. Roadmap Penelitian oleh Peneliti Utama (Februari 2020)
Sumber: Peneliti

BAB VI KESIMPULAN

Pada fase awal, terdapat 3 variabel sistem gerak yang dicoba pada penelitian ini, yaitu sistem gerak sliding, folding dan rotating. Ketiga sistem ini memiliki kelebihan masing-masing. Selain perbedaan sistem gerak, untuk mengetahui jarak jangkauan efektif cahaya kedalam ruang dilakukan juga dengan mengubah arah orientasi fasad pada dua arah yaitu arah Utara dan Barat.

Kecenderungan yang didapatkan dari hasil penelitian adalah pada arah Barat pengukuran pada pukul 15.00 WIB menunjukkan efek yang paling efektif. Pada sistem sliding dengan orientasi bukaan menghadap ke Barat, terlihat bahwa hanya tipe bentuk bukaan di tengah yang memiliki nilai yang besar dalam menghadirkan cahaya alami secara langsung kedalam ruang pada pukul 15.00 WIB. Sedangkan luas proyeksi cahaya paling besar yang diperoleh pada posisi orientasi utara adalah tipe bukaan tengah. Bukaan tengah memiliki nilai luas yang lebih tinggi dibandingkan tipe bukaan lain baik di pagi, siang, maupun malam hari, sehingga berdasarkan pengamatan tipe bukaan tengah dianggap paling efektif menghadirkan jangkauan cahaya yang lebih dalam pada ruang.

Bukaan yang didapatkan dari sistem gerak poros tidak sepenuhnya terbuka seperti pada sistem sliding dan folding. Sistem ini membuat panel berada di tengah-tengah (bukaan paling optimal pada sistem porosnya). Hal ini akan membuat munculnya sirip-sirip pada bukaan, sehingga pada sistem poros ini jangkauan cahaya bisa tetap masuk kedalam ruangan, namun luasan bukaan tidak optimal dibandingkan dengan sistem bukaan folding maupun sliding. Berdasarkan hasil tersebut maka kemungkinan yang terjadi adalah intensitas pencahayaan tidak dapat maksimal, yang mengakibatkan distribusi cahaya yang tidak merata. Intensitas cahaya terbesar akan berada di dekat bukaan jendela poros dengan kemungkinan pembayangan dari sirip yang berada pada posisi tengah jendela.

Pada proses selanjutnya akan direncanakan pembuatan animasi pergerakan cahaya, untuk melihat efektivitas bukaan dan sistem gerak yang dipilih. Selain itu daya jangkauan cahaya akan lebih dapat dipahami dengan visualisasi pergerakan pencahayaan. Selain itu, untuk dapat mengetahui kondisi yang mendekati nyata, maka pada proses lanjutan fasad akan diuji pada sebuah ruangan simulasi mini yang berukuran 2.00 x 2.00 x 2.00 m untuk mendapatkan hasil pengukuran yang mendekati situasi nyata. Pada maket simulasi besar didapatkan bahwa orientasi optimal yang diuji pada fasad Barat dan Utara, dengan menggunakan variabel sistem geral folding dan sliding. Pengujian dilakukan pada simulasi ruang memberikan gambaran yang lebih nyata terhadap perilaku cahaya dalam ruang sehingga memberikan gambaran yang jelas dan secara operasional memungkinkan untuk diaplikasikan pada ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Sari, D.L., Nugroho, A.M., Suryokusumo Beta. 2017. Pengaruh Window-To-Wall Ratio Terhadap Kenyamanan Visual Pada Apartemen Mahasiswa Di Surabaya. Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Vol 5, No. 1 (2017). Diakses tanggal 13 Februari 2020, <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/347>
- Ashadi, Nelfiyanthi, Anisa. 2015. Pencahayaan sebagai Indikator Kenyamanan pada Rumah Sederhana yang Ergonomis. Prosiding Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)
- Chaerwansyah, Bany dan Riany, Meta. 2014. Penerapan Konsep Transformasi pada Fasad Bangunan Kampus ITENAS 2030. Jurnal Arsitektur Itenas No. 04 Vol. 1, Januari 2014.
- Satwiko, Prasasto. 2004. Fisika Bangunan 1 Edisi 1. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Latifah, N.L. 2015. Fisika Bangunan 1. Griya Kreasi (Penebar Swadaya Grup) : Jakarta.
- Lechner, Norbert. 2007. Heating, Cooling, Lighting : Metode Desain untuk Arsitektur. Edisi Kedua. Rajagrafindo Persada : Jakarta.
- Firdaus, Ferawati dan Mukhlisah, Siti. 2018. Gerak Benda dan Konsep Energi Mekanik. Makalah Jurusan Tarbiyah, Program Studi Pendidikan Guru MI, Fakultas Agama Islam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Belyaeva, T.V. 2017. Dynamic Architecture : New Style Forming Aspects. Prosiding ICCATS 2017, IOP Conf. Series : Material Science and Engineering 262 (2017) 012136.
- Author, L. dan Pollard, B. (2000). "Double skin facades more is less?" dalam Prosiding International Solar Energy Society Conference. Vol. 21. pp. 1-25.
- Baldinelli, G. (2009). Double skin façades for warm climate regions: Analysis of a solution with an integrated movable shading system. Building and Environment Journal. Vol.44. Hlm 1107-1118.
- Englhardt, O. (2012). Advanced Building Skins. International Conference on Building Envelope Design and Technology. Diakses dari <http://buildingskins.tugraz.at> pada Januari 2019.
- Eratodi, B. (2010). Teknologi Bambu Laminasi sebagai Material Ramah Lingkungan Tahan Gempa. Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4) Bali. S-189-197.
- Ghasemi, N. dan Ghasemi, F. (2017). Double-skin Façade Technology and its Aspects in Field of Aesthetics, Environment and Energy Consumption Optimization. International Journal of Scientific Study. Vol 5. Issue 4. July 2017. DOI: 10.17354/ijssI/2017/40
- Hendriksen, O.J., Sørensen, H., Svensson, A. and Aaqvist, P. (2000). Double Skin Façades – Fashion or a step towards sustainable buildings. Proceedings of ISES, Eurosun.
- Safamanesh, B., Byrd, H. (2012). The Two Sides of a Double-Skin Facade: Built Intelligent Skin or Brand Image Scam? Building on Knowledge: Theory and Practice. 46th Annual Conference of the Architectural Science Association (ANZAScA). Diakses dari <https://core.ac.uk/download/pdf/17353115.pdf>, pada Januari 2019