

RAGAM PENATAAN BATA *INTERLOCK* SEBAGAI SELUBUNG BANGUNAN DALAM FUNGSI PENGHALAU PANAS MATAHARI

STUDI KASUS SOEN BARBELL FITNESS CENTER

Mohamad Rizki Cahyo Pratomo¹, A. Robbi Maghzaya², dan Fahmi
Khoirun Aziza³ ¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia
¹Surel: 19512192@students.uui.ac.id

ABSTRAK: *Soen Barbell Fitness Center* adalah bangunan GYM center yang dulunya berfungsi sebagai toko pakaian. Bangunan ini hanya mengubah fungsi asalnya dan tidak memperbaiki kualitas ruang yang sesuai untuk berolahraga. Bangunan perlu redesign dan memperbaiki permasalahan yang ada terutama pada pencahayaan dan penghawaan alami. Dengan desain bata *interlock* yang baik, hal ini memungkinkan untuk dicapai sehingga kualitas ruang pada bangunan menjadi lebih baik. Untuk memastikan bata *interlock* berhasil memperbaiki permasalahan yang ada dilakukan uji simulasi menggunakan software *Velux Daylight* dan uji nilai OTTV. Pengujian ini penting dilakukan untuk mengetahui kinerja bangunan dari rancangan baru. Hasilnya, rancangan berhasil menyelesaikan permasalahan yang ada. Oleh karena itu diharapkan pemakaian material bata *interlock* menjadi lebih baik kedepannya.

Kata kunci: bata *interlock*, pencahayaan, penghawaan, *redesign*

PENDAHULUAN

Soen Barbell Fitness Center merupakan sebuah bangunan toko pakaian yang berganti fungsi menjadi GYM center. Dalam prakteknya hanya fungsi yang berganti dan layout ruang maupun pencahayaan dan lainnya masih memiliki standar sebagai toko pakaian. Bangunan memerlukan sebuah proses yaitu *adaptive reuse*, tidak hanya fungsi ruang yang berubah, tetapi juga standar ruangnya juga. Pemanfaatan bata *interlock* sebagai salah satu sarana dalam mengatur penghawaan maupun pencahayaan menjadi solusinya. Pemanfaatan material-material seperti ini merupakan salah satu bentuk dari menjaga lingkungan karena sifat materialnya yang ramah. Bangunan-bangunan baru harus dapat menjaga lingkungan hidup yang kelak akan diwariskan ke anak cucu kita. Hal ini juga tercantum dalam ajaran agama Islam yang selalu menjaga lingkungan hidup tetap lestari supaya bekerja seperti apa adanya. Hal ini sangat membantu menolong pembangunan nasional di Indonesia dan dapat meningkatkan nilai ekonomi juga. Dalam menjaga lingkungan hidup tetap stabil dibutuhkan perkembangan teknologi yang memadai seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu dibutuhkan *sustainable idea* untuk mewujudkan semuanya.

Tulisan ini merupakan kajian dari bagaimana desain bata *interlock* untuk menghalau panas matahari dan efek dari bata tersebut. Hal ini bertujuan untuk membantu memperbaiki kekurangan dalam bangunan khususnya Soen Barbell Fitness Center dan bangunan-bangunan baru yang akan dibuat di masa mendatang.

STUDI PUSTAKA

Dalam penelitian ini mengkaji lima modul yaitu *Islamic View on Sustainable Development*, *Sustainable on Adaptive Reuse*, *Technology Innovation in Sustainability*, *Sustainable Idea*, dan

bata *interlock*. Kelima modul ini digunakan sebagai acuan dalam analisis dan pengolahan data.

1. *Islamic View on Sustainable Development*

Manusia sebagai penduduk bumi adalah individu yang memiliki tanggung jawab atas keberadaan lingkungan, baik benda hidup maupun mati dan lingkungan sosial yang merupakan hasil kreasi manusia (*man-made environment*) (Hipzon, 2018). Di dalam Al-Qur'an telah dijelaskan di QS. Al- Baqarah ayat 205:

وَلَا يَرْضَىٰ لَكُم مَّا كَفَا لَكُم بِالْأَرْضِ وَالْحَيَاةِ وَالْأَمْوَالِ بِالْأَرْضِ وَلَا يَرْضَىٰ لَكُم مَّا كَفَا لَكُم بِالْأَرْضِ وَالْحَيَاةِ وَالْأَمْوَالِ بِالْأَرْضِ وَلَا يَرْضَىٰ لَكُم مَّا كَفَا لَكُم بِالْأَرْضِ وَالْحَيَاةِ وَالْأَمْوَالِ بِالْأَرْضِ

Artinya: *“Dan apabila ia berpaling (dari kamu), ia berjalan di bumi untuk mengadakan kerusakan padanya, dan merusak tanam-tanaman dan binatang ternak, dan Allah tidak menyukai kebinasaan”.* (QS. Al-Baqarah ayat 205).

Berdasarkan ayat di atas telah dijelaskan bagaimana Allah sangat membenci terhadap orang yang hanya bisa memberikan kerusakan atau dampak negatif terhadap lingkungannya. Selain itu terdapat ayat lain, yaitu:

وَمَا تَدْرِي مَا يُرْسِلُ بِهِ السَّيْفَ وَمَا تَدْرِي مَا يَأْتِيكُم بِالْحَمَلِ وَالْحَمْلُ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ

Artinya: *“Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah Kami alpakan sesuatupun*

dalam Al-Kitab, kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan”. (QS. al-An'am ayat 38).

Kedua ayat di atas membuktikan bahwa Islam adalah agama yang sangat memperhatikan lingkungan dan keberlangsungan kehidupan di dunia. Banyak ayat-ayat Al-qur'an maupun hadist yang menjelaskan bagaimana seharusnya kita berperilaku untuk menjaga kelangsungan hidupnya dan kehidupan di muka bumi ini. Dalam dunia pembangunan atau arsitektur juga tidak lepas dari keterkaitannya terhadap lingkungan. Hal ini dikarenakan setiap adanya pembangunan pasti memiliki dampak terhadap lingkungan, mau dampak negatif maupun positif. Seiring berkembangnya teknologi, material bangunan sekarang memiliki beragam variasi dan metode. Variasi yang dimaksud adalah material yang sekarang memiliki sifat lebih ke arah positif terhadap lingkungan hidup, sedangkan metode adalah bahan-bahan material tersebut berupa limbah yang didaur ulang, dan sebagainya.

2. *Sustainable on Adaptive Reuse*

Adaptive reuse adalah suatu proses memodifikasi atau merubah sesuatu untuk mengganti fungsinya dengan fungsi yang baru dan meninggalkan fungsi lamanya (Saputra, 2013). Seiring berjalannya waktu, banyak bangunan-bangunan komersial yang telah ditinggalkan karena permasalahan ekonomi. Bangunan-bangunan ini dibiarkan terbengkalai dan semakin melapuk tanpa ada perawatan seiring berjalannya waktu. Bangunan seperti itu dianggap menjadi pencemaran kota karena semakin lama akan semakin terlihat kumuh dan kotor jika tidak dirawat. Penerapan *adaptive reuse* pada bangunan seperti ini adalah salah satu solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan ini.

3. *Technology Innovation in Sustainability*

Perkembangan teknologi tidak dapat dihindari lagi karena akan selalu berkembang di setiap masanya. Perkembangan ini memberikan dampak yang besar bagi semua sektor yang ada di dunia. Mulai dari bidang keilmuan, pertanian, perairan, ekonomi, dan sebagainya mendapat manfaat dari kemajuan teknologi. Bidang arsitektur juga tidak luput dari dampak perkembangan ini. Semakin majunya teknologi, semakin juga memudahkan kita dalam membangun dan mempercepat proses pembangunan. Hal ini memberikan efek positif terhadap jalannya ekonomi, tetapi tidak dapat dipungkiri lingkungan juga terkena dampaknya. Meskipun terdapat dampak negatif dalam perkembangannya, tetapi dengan memaksimalkan perkembangan teknologi masa sekarang pasti dapat mengurangi dampaknya seminimal mungkin. Contohnya banyak penelitian- penelitian yang menggunakan limbah cangkang sawit sebagai campuran bata dan hasilnya cukup memuaskan dan menghasilkan bata yang kuat tekannya masuk kelas III. Batako ini menggunakan arang dengan komposisi 50% pada campurannya dan termasuk batako kelas 3 yang bisa digunakan pada bangunan gedung (Muhammad Rijal, 2015).

4. *Sustainable Idea*

Sustainable idea adalah sebuah konsep pemahaman atau ide berkelanjutan yang merespon semua permasalahan yang ditimbulkan oleh pembangunan ekonomi. Dalam arsitektur sangat penting menggunakan konsep *sustainable idea* karena bidang ini yang berkaitan erat dengan lingkungan hidup yang akan dibangun maupun yang telah ada. Konsep ini memiliki pemikiran mendalam tentang dampak sekarang maupun masa depan yang akan ditimbulkan oleh sebuah bangunan. Berawal dari sebuah konsep yang matang menjadi *sustainable design* yang merupakan filosofis untuk rancangan yang menghasilkan lingkungan buatan secara maksimal dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan alamnya (Basaria dikutip dalam Jason F. McLennan, 2013). kemudian berkembang menjadi *sustainable development* yang lebih menguntungkan di masa sekarang tanpa harus merugikan masa depan. *sustainable development* atau pembangunan berkelanjutan adalah konsep pengembangan yang mendasarkan pada ekonomi, sosial, dan lingkungan berkembang secara bersamaan (Suparmoko, 2020).

5. *Bata Interlock*

Bata *interlock* adalah model bata yang memiliki cara pemasangan seperti bongkar pasang atau lego. Hal ini menyebabkan masing-masing bata memiliki keterhubungan yang kuat di mana bata satu akan mengisi kekosongan dari bata lainnya. Hal ini juga tergantung dari desain bata *interlock* yang akan dibuat. Dalam dunia arsitektur, pemanfaatan bata ini sudah mulai dikembangkan dalam bangunan. Tidak hanya sebagai dinding biasa, tetapi juga mempercantik fasad bangunan. Bata ini juga dapat dibuat dari bahan-bahan yang murah dan memiliki pengaruh baik untuk alam, contohnya limbah plastik PP. Menurut pengujian yang dilakukan, bata dengan kadar kandungan plastik 30% dapat memenuhi kriteria bata mutu C dengan kuat tekan yang bisa ditahan sebesar 13,30 MPa (Sultan 2020).

METODE PENELITIAN

Kajian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menganalisis data yang didapat dengan data baru yang akan terbentuk. Data yang di dapat berupa nilai dari tingkatan pencahayaan di dalam ruang (lux) dan nilai dari metode OTTV. Metode ini digunakan karena proses dalam desain memanfaatkan data-data yang didapat baik eksisting maupun data akhir desain.

Tabel 1 Variabel - Indikator Penelitian

Variabel	Indikator	Data
Pencahayaan	Nilai lux pada ruangan eksisting maupun menggunakan uji <i>software Velux Daylight</i>	Survey ruangan dan uji <i>software</i> .
Penghawaan	Berhubungan dengan termal ruangan, kelembapan, pencahayaan, radiasi matahari, dan lainnya.	Nilai OTTV sebelum dan sesudah <i>re-design</i> .
<i>Interlocking system</i>	Desain bata <i>interlock</i> yang akan digunakan dan keterhubungannya dengan bangunan.	Detail bata <i>interlock</i> .
Fasad bangunan	Tampak atau wajah dari bangunan	Render sebelum dan sesudah <i>re-design</i> .

Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

Tabel 1 menunjukkan bagaimana pengolahan data dan analisis yang akan dilakukan pada kajian ini. Tabel di atas juga menjadi acuan dalam pencarian data di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Soen Barbell Fitness Center memiliki sistem penghawaan dan pencahayaan yang kurang sebagai GYM center. Pada sore hari, bangunan memasukkan cahaya terlalu banyak karena bukaan yang lebar di area barat di lantai 1. Meskipun banyak bukaan, tetapi pencahayaan di lantai 2 dan 3 tidak baik karena tingkat cahaya yang masuk kurang. Dengan sirkulasi udara yang buruk pada lantai atas membuat sistem *cross ventilation* tidak berjalan dengan baik dan menyebabkan ruangan terasa lebih panas. Hal ini dapat dilihat pada data di gambar 1.



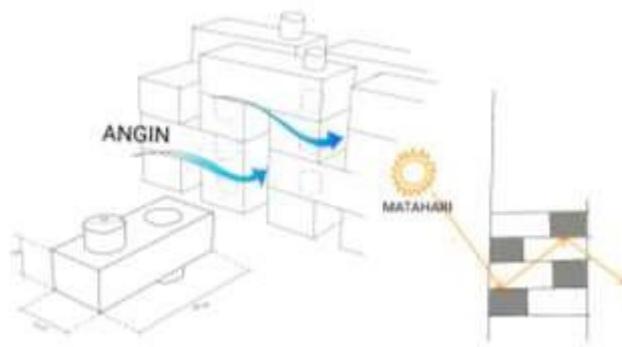
Gambar 1 Tabel hasil survey dan titik ruangnya
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2021

Pada gambar 1 telah ditunjukkan nilai pencahayaan, suhu, kelembaban, dan kebisingan pada titik-titik ruang yang telah ditentukan. Dari keterangan tersebut, terdapat beberapa nilai yang melebihi dari kebutuhan contohnya suhu ruang dan ada beberapa yang kurang juga seperti pencahayaan alami ruang. Kondisi eksisting dari bangunan dapat dilihat pada gambar 2, berikut.



Gambar 2 Kondisi Eksisting Bangunan
Sumber: Dokumentasi Penulis 2021

Permasalahan pada bangunan ini terdapat pada pencahayaan dan penghawaannya yang tidak sesuai dengan ruang untuk berolahraga. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi baru untuk menangani permasalahan berikut. Bata *interlock* merupakan salah satu cara untuk menangani permasalahan dalam hal pencahayaan dan penghawaan bangunan. Bata ini memiliki keuntungan dalam hal pemasangan yang cenderung cepat dan memiliki kekuatan yang lebih baik daripada bata konvensional. Dengan desain bata *interlock* yang tepat, dapat memungkinkan pencahayaan alami masuk tanpa harus membawa panasnya dan memberikan sirkulasi untuk pergerakan angin juga. Hal ini sesuai dengan tujuan utama dalam *redesign* yaitu perbaikan sistem pencahayaan dan penghawaan alaminya.



Gambar 3 Detail Desain Bata *Interlock*
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

Pada gambar 3 menunjukkan desain bata *interlock* yang akan diterapkan pada rancangan baru. Jika dilihat dari desain bata *interlock* memungkinkan angin masuk dan pencahayaan alami masuk. Angin masuk melalui celah-celah yang dibuat dan cahaya masuk ke bangunan dengan metode pantulan sehingga tidak terasa panas karena bukan cahaya langsung. Bata-bata ini akan ditempatkan pada bagian dinding yang telah ditentukan sesuai dengan gambar 4.



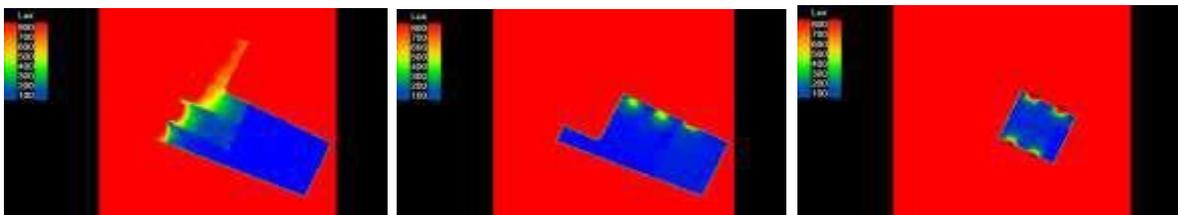


Gambar 4 Titik Pemasangan Bata Interlock
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

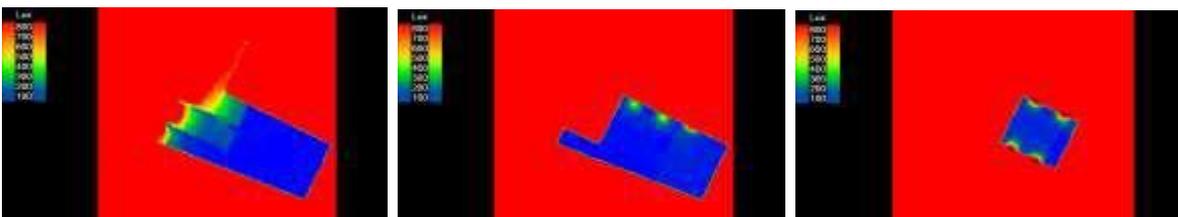
Untuk menguji kelayakan ruang, terutama perihal pencahayaan dan penghawaan digunakan metode uji menggunakan *software Velux Daylight* dan tabel perhitungan OTTV. Metode ini digunakan tidak hanya untuk menguji rancangan, tetapi juga pada bangunan eksisting. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik juga sebagai pembandingan dalam hal kualitas ruangnya.

1. Simulasi Bangunan Eksisting

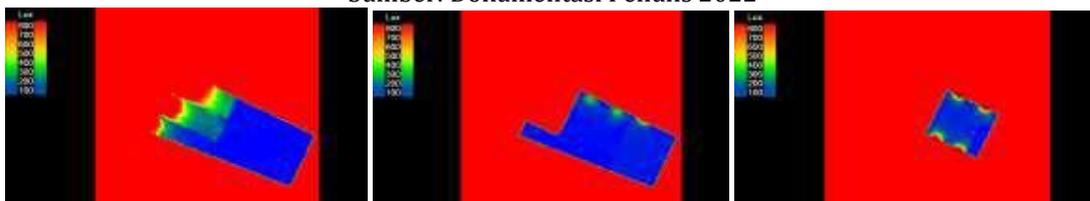
Simulasi menggunakan *software velux daylight* untuk menguji kualitas pencahayaan alami pada bangunan eksisting. Pada pengujian ini mengambil sampel 3 waktu yang berbeda, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB.



Gambar 5 Simulasi Eksisting Pukul 09.00
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 6 Simulasi Eksisting Pukul 12.00
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 7 Simulasi Eksisting Pukul 15.00
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

Dari hasil pengujian, dapat dilihat bahwa pada lantai 1 bangunan eksisting memasukkan terlalu banyak cahaya matahari, tetapi pada lantai atasnya kurang pencahayaan. Hal ini juga mempengaruhi penghawaan yang ada pada bangunan eksisting lebih panas dan tidak nyaman untuk kegiatan olahraga. Selain menggunakan *software velux* untuk menguji kinerja bangunan eksisting, di sini juga menggunakan uji OTTV pada bangunan untuk menghitung tingkat penghawaan pada bangunan seperti pada gambar 8. Bangunan harus sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung 03-6389-2011 menunjukkan bahwa batas maksimal dari nilai OTTV suatu bangunan adalah 35 W/m^2 (Hakiki, 2017).

NO	SIDE	KONDUKSI MELALUI DINDING	KONDUKSI MELALUI BUKAAN	RADIASI MELALUI BUKAAN	TOTAL	TOTAL FASAD AREA	OTTV
	BARAT LAUT	572.2934211	646.16	643.887487	1862.340908	80.39	23.16632551
	TENGGARA	973.8473684	0	0	973.8473684	83.16	11.71052632
	BARAT DAYA	1713.367105	12.3	22.988	1748.835105	148.91	11.80276431
	TIMUR LAUT	1551.878947	375.56	656.469873	2583.90882	150.84	17.13013007
		4611.386842	1034.02	1323.32536	7168.732202	461.3	15.5402822
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL

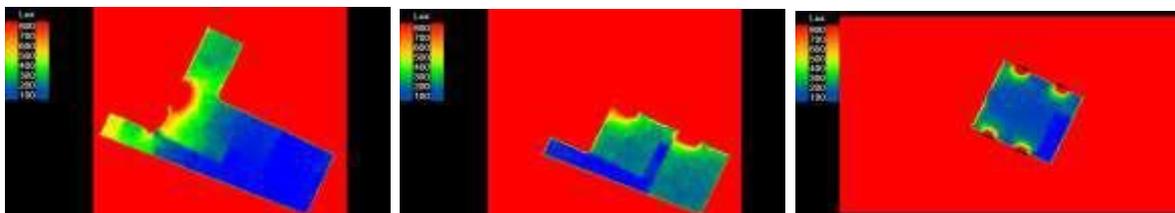
NO	SIDE	TOTAL AREA BUKAAN	WWR
	BARAT LAUT	31.62	255.0444182
	TENGGARA	0	#DIV/0!
	BARAT DAYA	0.6	24485
	TIMUR LAUT	18.32	823.3624454
		50.44	814.5519429
		TOTAL	TOTAL

Gambar 8 Tabel Hasil Simulasi Nilai OTTV
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

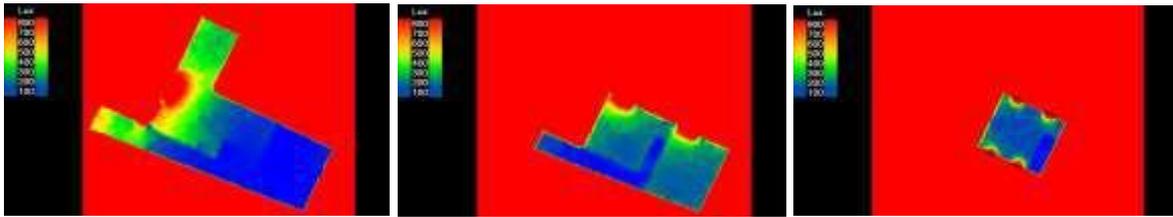
Gambar 8 menunjukkan nilai OTTV yaitu $15,5402822 \text{ W/m}^2$ dianggap sudah baik karena nilainya di bawah 35 W/m^2 sesuai dengan SNI 03-6389-2011.

2. Simulasi Rancangan

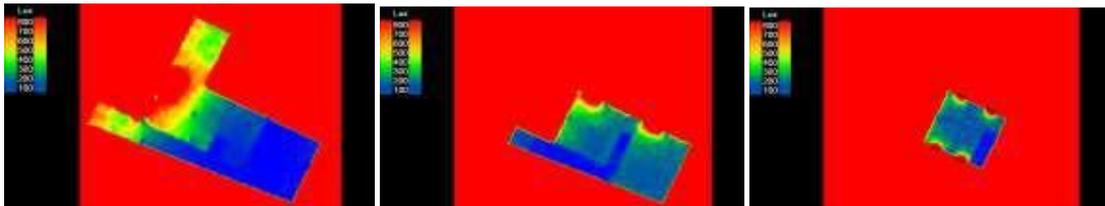
Pada desain menggunakan simulasi untuk menghitung pencahayaan alami menggunakan *software velux daylight*. Digunakan sampel 3 waktu yang berbeda, yaitu pukul 09.00, 12.00, dan 15.00 WIB.



Gambar 9 Simulasi Eksisting Pukul 09.00
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 10 Simulasi Eksisting Pukul 12.00
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 11 Simulasi Eksisting Pukul 15.00
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

Dari hasil pengujian menggunakan *software velux* didapatkan data bahwa pencahayaan pada lantai 1 telah berkurang dan sesuai dengan standar berolahraga yaitu di angka 250 lux. Untuk lantai 2 juga mendapatkan nilai 250 lux sesuai standar ruang untuk olahraga. Lantai 3 juga mendapatkan cahaya matahari yang cukup pada desain baru. Selain menggunakan *software velux*, digunakan juga simulasi menggunakan OTTV untuk menentukan kenyamanan termal pada rancangan baru yang telah dibuat sesuai gambar 12.

SOEN BARBELL FITNESS CENTER							
Jl.KALIURANG, KEC.NGAGLIK, SLEMAN, DI YOGYAKARTA							
NO	SIDE	KONDUKSI MELALUI DINDING	KONDUKSI MELALUI BUKAN	RADIASI MELALUI BUKAN	TOTAL	TOTAL PASAD AREA	OTTV
	BARAT LALIT	357.540233	249.075	274.181969	880.797198	80.48	10.94701949
	TETESGARA	140.4425218	0	0	140.4425218	80.58	1.988927444
	BARAT DAWA	247.0824188	12.3	22.966	282.3504188	146.91	1.921995882
	TAMU LAUT	298.52884	845.63	395.148	1039.30892	150.94	6.890128493
		1043.80428	807.005	692.267996	2543.06718	461.37	5.078152494
	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL
NO	SIDE	TOTAL AREA BUKAN	WWR				
	BARAT LALIT	12.15	962.2222222				
	TETESGARA	0	80.0000000				
	BARAT DAWA	0.8	24488				
	TAMU LAUT	16.88	844.60102317				
		29.83	1558.598228				
	TOTAL	TOTAL					

Gambar 12 Tabel Hasil Simulasi Nilai OTTV
 Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

Gambar 12 menunjukkan hasil nilai OTTV dari rancangan baru yang telah dibuat. Dalam gambar ditunjukkan nilai OTTV yang didapat 5,078152494W/m² dan menjadi lebih baik dari bangunan sebelumnya yang memiliki hasil sekitar 15W/m². Hal ini berarti rancangan memiliki kualitas kinerja bangunan lebih baik dari bangunan eksisting. Rancangan juga telah memenuhi standar SNI 03-6389-2011 dengan nilai OTTV di bawah 35W/m².

Bata *interlock* tidak hanya dapat mengatur pencahayaan dan penghawaan alami, tetapi juga dapat mempercantik fasad bangunan. Dengan desain dan penempatan yang sesuai, bata ini dapat memberikan kesan yang lebih baik pada rancangan. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar- gambar berikut.



Gambar 13 Render Eksterior Eksisting
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 14 Render Interior Eksisting
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 15 Render Eksterior Rancangan
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 16 Render Interior Rancangan
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022



Gambar 17 Render Interior Rancangan
Sumber: Dokumentasi Penulis 2022

KESIMPULAN

Pada perbandingan dari hasil desain baru dengan bangunan eksisting pada uji menggunakan *software velux daylight* didapat kesimpulan bahwa hasil desain baru memiliki kualitas pencahayaan lebih baik daripada bangunan eksisting. Hal ini terlihat pada setiap lantai yang telah diuji. Lantai 1 pada desain baru dapat mengurangi cahaya matahari yang berlebih pada bangunan eksisting. Untuk lantai 2 pada desain baru memasukkan cahaya matahari lebih banyak dari bangunan eksisting guna kenyamanan saat berolahraga dan begitu pula untuk lantai 3. Sedangkan untuk uji OTTV, pada rancangan baru menjadi lebih baik karena nilainya di bawah angka $35\text{W}/\text{m}^2$ sesuai standar SNI 03-6389-2011 dengan nilai $5,078152494\text{W}/\text{m}^2$ dan di bawah nilai dari bangunan eksisting $15,5402822\text{W}/\text{m}^2$. Dari sini dapat diambil kesimpulan bahwa pemanfaatan material bata *interlock* untuk permasalahan pencahayaan dan penghawaan telah berhasil. Oleh karena itu, diharapkan kedepannya mulai memanfaatkan bata *interlock* sebagai salah satu material bangunan. Selain sifat material yang kuat, material ini juga bisa mempercantik fasad bangunan dan sebagai pengatur penghawaan alaminya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pembimbing yang selalu memberikan kritik dan saran yang membangun. Penelitian ini tidak akan sempurna tanpa bimbingan dari Bapak A. Robbi Maghzya dan Fahmi Khoirun Aziza. Selain itu, terima kasih juga untuk teman-teman yang selalu membantu dalam proses penelitian yang dilakukan. Tidak lupa juga bagi responden atau pemilik bangunan yang mau mengikuti sesi wawancara dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Hipzon. 2018. Pelestarian Lingkungan Dalam Pandangan Islam. <http://repository.radenintan.ac.id/4525/1/SKRIPSI%20FULL.pdf>
- Lazuardini, Hakiki Mega. 2017. Analisis Overall Thermal Transfer Value (OTTV) pada Gedung Magister Manajemen Universitas Gadjah Mada Dengan Hubungan Kebutuhan Energi Bangunan. <http://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/108399>.
- Sultan, Mufti Amir., Arbain Tata, dan Amrin Wanda. 2020. Penggunaan Limbah Plastik PP sebagai Bahan Pengikat pada Campuran Paving Block. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/SIKLUS/article/view/4552>.

- Suparmoko, Muhammad. 2020. Konsep Pembangunan Berkelanjutan Dalam Perencanaan Pembangunan Nasional Dan Regional. <https://journal.budiluhur.ac.id/index.php/ema/article/view/1112>
- Rijal, Muhammad., dan Ardiansyah. 2015. Bata Hias Cangkang: Wujud Material Ramah Lingkungan Dalam Arsitektur Hijau. 2015. <https://www.neliti.com/id/publications/173429/>.
- Saputra, Handri., dan Ari Widyati Purwantiasning. 2013. Kajian Konsep Adaptive Reuse Sebagai Alternatif Aplikasi Konsep Konservasi. <http://jurnal.ubl.ac.id/index.php/ja/article/view/461>.
- Talarosha, Basaria. 2013. Sustainable Design, Sebuah Pendekatan dalam Perancangan Arsitektur. <https://123dok.com/document>