
TINGKAT KEBERLANJUTAN FASILITAS PUBLIK BULAKAMBA DENGAN SIMULASI URBAN MODELING INTERFACE

Norma Melinda

Program Magister Arsitektur,
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Yogyakarta
e-mail: normamelinda77@gmail.com

Arif Kusumawanto

Program Magister Arsitektur,
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada,
Yogyakarta
e-mail: arifk@365.ugm.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan Kabupaten Brebes dalam bidang industri berpotensi meningkatkan kepadatan penduduk yang dapat berdampak pada lingkungan seperti dalam hal efisiensi lahan, mobilitas, emisi dan konsumsi energi. Dalam mendukung program pemerintah mengenai kota hijau, Kabupaten Brebes kini tengah merencanakan dibangunnya fasilitas publik yang dapat menunjang kegiatan masyarakat. Oleh sebab itu diperlukan perencanaan fasilitas publik yang berkelanjutan dengan memaksimalkan nilai *Throughput* yaitu dengan memaksimalkan aspek *Welfare* dan meminimalkan *Environmental Damage*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi menggunakan program *Urban Modeling Interface (UMI)* dengan 5 jenis simulasi di dalamnya yaitu *FAR*, *Operational Energy*, *Life Cycle*, *Mobility* dan *Daylighting*. Hasil studi kondisi eksisting menunjukkan bahwa aspek *Mobility* dan *Daylighting* masih dapat dimaksimalkan. Hasil simulasi menunjukkan nilai *FAR* sebesar 0.27 dengan nilai *Mobility Walkability* skor 51 dan *Bikeability* skor 60 berada pada lingkungan fasilitas publik dan sekitarnya. Sementara itu, nilai intensitas *Operational Energy* rata-rata pada kawasan fasilitas publik adalah (182 kWh/m²/Year) dan *Life Cycle* ((*EE* (3051.71 kWh/m²); *EC* (224.38 kgCO₂/m²)) yang masih dalam batas aman keberlanjutan. Sementara hasil simulasi *Daylighting* rata-rata pada kawasan fasilitas publik menunjukkan nilai sDA 46% dimana standar nilai sDA yang dapat diterima adalah diatas 55%, sehingga masih bisa dimaksimalkan.

KATA KUNCI: fasilitas publik, berkelanjutan, simulasi, *urban modeling interface*

PENDAHULUAN

Di Indonesia, kini banyak pemerintah daerah sedang melakukan pengembangan menjadi kawasan perkotaan yang maju berdasarkan pada prinsip-prinsip kota yang berkelanjutan salah satunya adalah Kabupaten Brebes. Kabupaten Brebes merupakan salah satu daerah otonom di Provinsi Jawa Tengah yang terletak di sepanjang pantai utara Laut Jawa memanjang keselatan berbatasan dengan wilayah Karesidenan Banyumas (Kabupaten Brebes dalam Angka, 2019). Kini Pemerintah Kabupaten Brebes tengah merencanakan Kawasan Industri Terpadu (KIT) sebagai upaya peningkatan pendapatan daerah guna mendukung pelaksanaan otonomi daerah yang diharapkan mampu meningkatkan perekonomian di daerah maupun nasional.

Kawasan ini akan dibuat menjadi kota mandiri yang ramah lingkungan. Kawasan Industri Brebes (KIB) direncanakan akan dibangun melintasi beberapa kecamatan, yaitu Kecamatan Losari, Kecamatan Tanjung dan Kecamatan Bulakamba (Tempo.co, 2020).

Dalam upaya menunjang program KIB, Pemerintah Kabupaten Brebes kemudian merencanakan dibangunnya fasilitas publik pada satu lokasi terpadu yang diharapkan mampu menunjang berbagai macam aktivitas masyarakat. Hal ini dilakukan guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat Kabupaten Brebes. Fasilitas publik tersebut terdiri dari masjid sebagai fasilitas ibadah, gedung olahraga, gedung serbaguna, kolam renang serta *Brebes Entrepreneur Center* (BEC) untuk meningkatkan potensi Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) industri Brebes. Pembangunan sarana fasilitas publik ini bukan hanya memperhatikan target ekonomi saja tetapi juga berdasar pada asas keberlanjutan, sehingga fasilitas publik ini bisa menjadi kontribusi positif terhadap pembangunan yang ramah lingkungan di Kabupaten Brebes. Fasilitas publik direncanakan memiliki konsep yang ramah lingkungan yaitu dengan memaksimalkan ruang terbuka hijau, terdiri dari *green belt* dan alun-alun serta konsep *car free zone* sebagai upaya untuk mengurangi emisi gas karbon di dalam kawasan.

Dalam pembangunan Kawasan Industri, terdapat beberapa prinsip yang perlu diperhatikan seperti yang dijelaskan dan diatur dalam Permenperin Nomor 40 tahun 2016, dalam pembangunan Kawasan Industri, pengelola Kawasan Industri wajib melaksanakan pengendalian dan pengelolaan lingkungan sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku. Maka dari itu, pengembangan yang berkelanjutan pada area perkotaan sangat penting untuk dilakukan untuk mengurangi dampak buruk terhadap aspek kehidupan. Sehingga diperlukan suatu model kawasan berkelanjutan yang dapat dijadikan contoh dan diterapkan pada kawasan di sekitarnya maupun bagi daerah lain di Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keberlanjutan masterplan kawasan Fasilitas Publik Bulakamba dengan simulasi *Urban Modeling Interface*.

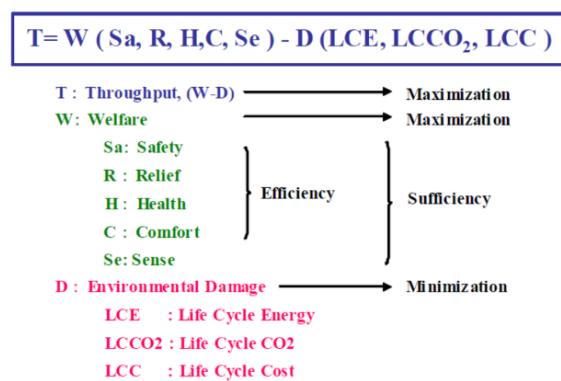
Ruang publik ditujukan secara beragam di dalam berbagai literatur. Namun, umumnya ruang publik didefinisikan sebagai ruang dengan akses tidak terbatas, dimana siapapun pun memiliki hak untuk hadir di dalamnya. Ruang publik dapat berupa ruang hijau, sebagian hijau, atau maupun tidak hijau. Ruang publik juga dapat berupa area struktur terbangun keras maupun lunak yang pada intinya dapat diakses oleh publik dengan cara yang sama. Singkatnya, ruang publik adalah entitas yang tidak dapat dipisahkan dari proses dua arah antara kedua komponen: publik (manusia) dan ruang (tempat) (R. Sendi, 2012). Ruang publik bisa berupa ruang terbuka seperti alun-alun kota, jalan dan pedestrian maupun ruang tertutup seperti perpustakaan atau museum. Ruang publik biasanya dimiliki dan dikelola oleh pemerintah, yang artinya juga menjadi milik seluruh masyarakat (Dyer, 2010). Ruang publik sangat erat kaitannya dengan masalah keamanan kehidupan manusia. Dalam hal ini, ruang publik bukan hanya berurusan dengan jaminan sosial ekonomi, tetapi juga jaminan kesehatan dan lingkungan (Kurniaty, 2014).

Ruang publik perkotaan memainkan peran utama dalam kehidupan kota yang sebenarnya, dari masalah sosial ekonomi hingga masalah budaya dan lingkungan, mata pelajaran pembangunan berkelanjutan dapat membantu para desainer dan pengelola memiliki ruang publik yang lebih efisien dan, sebagai hasilnya, kota dengan standar hidup yang lebih tinggi. Kualitas ruang kota diperoleh dari hasil komponen-komponennya, dimana dengan mengidentifikasi fungsi dan dampak yang tepat dari masing-masing elemen tersebut terhadap ruang tersebut, maka dapat dikemukakan beberapa solusi untuk meningkatkan kualitas ruang terbuka (Sanei et al., 2017). Kemudian ia mengungkapkan kriteria-kriteria ruang publik dalam mewujudkan ruang-ruang publik yang berkelanjutan:

1. Metode desain untuk dapat digunakan kembali dan didaur ulang dan juga mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim, termasuk beralih ke ekonomi rendah karbon, diterapkan.
2. Tindakan telah dianggap untuk mengurangi limbah dan polusi (asap, polusi suara, dll.), Memanfaatkan bahan konstruksi dan pasangan bata yang vernakular dan ramah lingkungan, meningkatkan kebersihan di ruang dan mendidik orang tentang masalah lingkungan.
3. Tindakan kenyamanan iklim yang efisien di ruangan dan iklim mikro, dan lebih efisien dalam menyerap cahaya, bayangan, ventilasi alami, vegetasi dan area hijau, serta sistem pengelolaan air.
4. Tingkat penggunaan konsumsi sumber daya terbarukan tidak melebihi tingkat regenerasi.
5. Tingkat timbulan limbah dari proyek tidak akan melebihi kapasitas asimilatif lingkungan.
6. Menipisnya sumber daya tak terbarukan akan membutuhkan pengembangan pengganti terbarukan yang sebanding untuk sumber daya itu.

Dari kriteria diatas berikut beberapa poin penting mewujudkan ruang publik yang berkelanjutan yaitu: ketersediaan ruang hijau; mobilitas pejalan kaki; efisiensi sumber daya/energi; minimal limbah/ zero waste; polusi yang minimal. Kriteria tersebut kemudian dijadikan sebagai acuan dalam menilai fasilitas publik yang berkelanjutan dalam penelitian ini.

Kini banyak negara di dunia menerapkan konsep *sustainable city* dimana dalam perkembangannya kota tersebut dapat meminimalkan dampak merugikan terhadap lingkungan dan di sisi lain dapat mendorong kenyamanan dan kesejahteraan bagi penghuninya (Ijong et al., 2010). Salah satunya adalah konsep *Sustainable Habitat System* yang di kembangkan oleh Universitas Kyushu Jepang pada tahun 2007.



Gambar 1. Persamaan *Habitat System* untuk Pembangunan Berkelanjutan T=W-D (sumber: Matsufuji, 2004)

Konsep tersebut muncul karena keprihatinan terhadap berkembangnya pembangunan tetapi menghasilkan dampak yang besar terhadap kerusakan lingkungan, yang kemudian menyebabkan kualitas hidup masyarakat menjadi semakin rendah. Konsep *Sustainable Habitat System* dimodelkan melalui persamaan $T = W - D$, dimana T adalah *Throughput*, W adalah *Welfare* dan D adalah *Damage*. Semakin tinggi nilai *Throughput* maka nilai keberlanjutan juga semakin baik.

Berdasarkan tinjauan mengenai kriteria ruang publik yang berkelanjutan, program *Urban Modeling Interface* dipilih untuk melakukan simulasi pada penelitian ini karena parameter simulasi yang disajikan dapat mewakili aspek yang ada.

Urban Modeling Interface (UMI) merupakan sebuah program simulasi yang terintegrasi dengan *Rhinoceros* yang dikembangkan oleh *Sustainable Design Lab di Massachusetts Institute of Technology (MIT)* (MIT Sustainable Design Lab, 2019). UMI dapat digunakan sebagai alat simulasi untuk mengetahui keberlanjutan sebuah lingkungan kawasan terbangun. Peranti *Rhinoceros* digunakan sebagai alat untuk memodelkan kawasan terbangun, model tersebut kemudian dapat disimulasikan menggunakan program UMI (Nugrahaini, 2019). Pada simulasi UMI versi 2.6 terdapat beberapa simulasi yang dapat digunakan diantaranya adalah *FAR*, *Operational Energy*, *Life Cycle*, *Mobility* dan *Daylighting* yang terintegrasi dengan *Rhinoceros 6.0*.

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode simulasi menggunakan program *Urban Modelling Interface* (UMI) versi 2.6. UMI merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk menganalisis keberlanjutan (Kusumawanto, Hijriyah, dan Setyowati 2020).

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Parameter (UMI)	Indikator
Welfare	Floor Area Ratio	-Ruang Terbuka Hijau -Bangunan Fasilitas Publik Bulakamba
	Mobility	- Fungsi Bangunan di Fasilitas Publik Bulakamba dan sekitarnya -Jalur jalan sebagai akses pejalan kaki dan sepeda

	Daylighting	-Massa bangunan Fasilitas Publik Bulakamba - Wall-to-Window Ratio (WWR)
Damage	Operational Energy	-Floor-to-Floor height -Wall-to-Window Ratio (WWR) -Rentang Waktu Operasional Bangunan -Material Bangunan -Tipe Pendinginan Bangunan
	Life Cycle	-Material Bangunan

Adapun tahapan dalam melakukan simulasi *Urban Modeling Interface*:

1. Melakukan *modelling* kawasan menggunakan *Rhinoceros 6.0*.
2. Memasukkan dan melengkapi parameter dengan data-data yang sudah dikumpulkan.
3. Memodelkan masterplan pada *Rhinoceros 6.0*.
4. Memasukkan elemen pemodelan pada *layer Urban Modeling Interface*.
5. Memasukkan *building template* sesuai dengan fungsi masing-masing bangunan.
6. Memasukkan data iklim kawasan setempat (.epw).
7. Melakukan simulasi menggunakan *Urban Modeling Interface*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

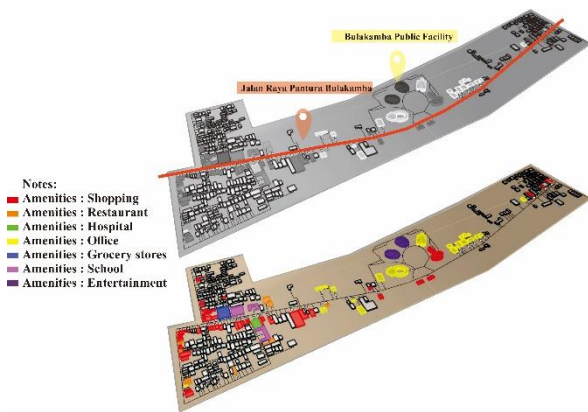


Gambar 2. Masterplan Fasilitas Publik Bulakamba (sumber: BAPPEDA Brebes, 2020)

Fasilitas Publik Bulakamba direncanakan akan dibangun di lahan dengan luas 5 hektar. Area perencanaan yang akan dibangun tidak sepenuhnya merupakan lahan/area kosong, akan tetapi terdapat beberapa bangunan eksisting di area perencanaan tersebut di tepi jalan utama. Area perencanaan fasilitas publik berada di pinggir Jalan Raya Pantura

Brebes. Jalan ini dilewati oleh kendaraan umum, kendaraan pribadi, truk, dan bus.

Fasilitas Publik Bulakamba terdiri dari fasilitas ruang publik tertutup dan fasilitas ruang publik terbuka (*open space*). Fasilitas publik tertutup terdiri dari 5 massa bangunan utama yaitu, masjid, Gedung Olahraga (*Sporthall*), kolam renang, Gedung Serbaguna (GSG), dan *Brebes Entrepreneurship Center* (BEC) sedangkan fasilitas publik terbuka terdiri dari adalah alun-alun, *amphiteater* dan fasilitas lainnya.

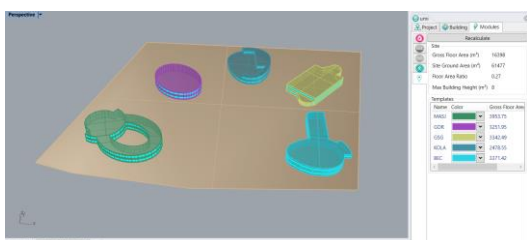


Gambar 3. Fungsi bangunan di sekitar Fasilitas Publik Bulakamba
(sumber: penulis, 2021)

Selain itu, terdapat beberapa fasilitas sosial dan ekonomi yang berada di sekitar area Fasilitas Publik Bulakamba. Sarana tersebut meliputi sarana perdagangan yaitu Pasar Bulakamba yang jaraknya sekitar 500 meter dari kawasan masterplan, serta kios-kios di sepanjang Jalan Raya Pantura. Selain itu terdapat sarana pendidikan yaitu SMK Muhammadiyah Bulakamba dan SMP Saya Mina Bulakamba serta sarana Kesehatan yaitu Puskesmas Bulakamba. Selain itu juga terdapat fungsi-fungsi lain seperti bank, kantor pos dan rumah makan.

Floor Area Ratio

Floor Area Ratio pada *Urban Modeling Interface* adalah perbandingan antara luas lantai total bangunan dengan luas area dimana bangunan berada. Nilai FAR yang ada di Fasilitas Publik Bulakamba adalah 0.27.

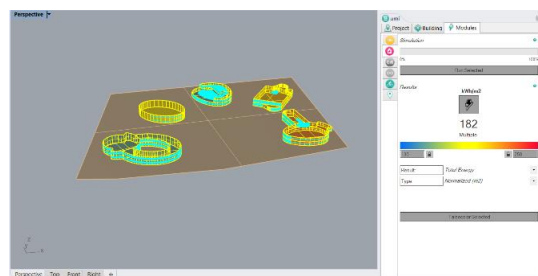


Gambar 4. Hasil Simulasi FAR Fasilitas Publik Bulakamba
(sumber: analisis penulis, 2021)

Nilai FAR pada kondisi eksisting tergolong rendah. Artinya kepadatan bangunan dan jumlah penduduk di kawasan tersebut relatif rendah karena luas ruang terbukanya hampir 3 kali lebih besar dari total luas keseluruhan bangunan. Hal ini dikarenakan Fasilitas Publik Bulakamba memiliki area alun-alun sebagai fungsi sebagai area ruang terbuka hijau publik, area parkir dan *green ringbelt* sebagai konsep yang memaksimalkan area hijau di area perkotaan. Bangunan fasilitas publik ini juga didominasi bangunan dua lantai. Menurut Peraturan Bupati Brebes tentang Penyelenggaraan Izin Mendirikan Bangunan Nomor 014 Tahun 2013 koefisien untuk bangunan gedung dengan ketentuan luas 1000-2000 m² adalah maksimal koefisien 3.0. Sehingga nilai FAR fasilitas publik Bulakamba masih berada di batas aman keberlanjutan.

Operational Energy

Pada *operational energy* yang dilakukan menggunakan program UMI memperhatikan beberapa aspek diantaranya adalah HVAC (*heating, ventilation, and air conditioning*), *lighting, equipment*, dan *domestic hot water* dengan satuan hasil adalah kWh/m²/tahun. *Operational Energy* memiliki bagian utama (80-90%) dalam siklus hidup penggunaan energi bangunan diikuti oleh *Embodied Energy* (10-20%), sedangkan pembongkaran dan energi proses lainnya memiliki bagian yang dapat diabaikan atau sedikit. Karena OE bangunan memiliki andil terbesar dalam distribusi energi siklus hidup, pengurangan tampaknya menjadi aspek terpenting untuk desain bangunan yang membutuhkan lebih sedikit energi sepanjang siklus hidupnya.



Gambar 5. Hasil Simulasi OE Fasilitas Publik Bulakamba
(sumber: analisis penulis, 2021)

Hasil OE pada keseluruhan kawasan Fasilitas Bulakamba adalah 182 kwh/m² dengan rincian yang dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi OE

	MASJID	GOR	KOLAM	GSG	BEC
<i>Lighting</i>	44	77	69	77	69
<i>Equipment</i>	21	52	39	52	39
<i>Cooling</i>	90	74	-	82	113

<i>Total Energy</i>	154	202	108	211	221
Standar IKE Perkantoran/ Komersil (Kwh/M2/Yea r)	240				

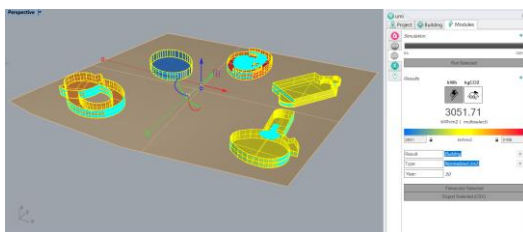
Sebagai acuan untuk melihat seberapa besar konservasi energi yang dilakukan oleh gedung ditetapkan berdasarkan pada standar ASEAN-USAID 1987 yaitu Intensitas Konsumsi Energi (*Energy Use Intensity*) atau IKE (EUI). Adapun target besaran IKE untuk penggunaan listrik untuk bangunan perkantoran (komersil) adalah 240 kWh/m² per tahun. Sehingga hasil eksisting OE Fasilitas Publik Bulakamba dengan rata-rata sebesar 182kWh/m² masih tergolong aman dari sisi keberlanjutannya.

Life Cycle

Life Cycle (LC) pada program UMI dengan batasan pada tahap “*cradle-to-site*” yang terkait dengan energi dan karbon. Pengaturan data yang terkait *carbon equivalent and cost, building lifespan*, dan material bangunan. Hasil *life cycle* pada simulasi UMI terdapat dua kategori, yaitu *Embodied Energy* (EE) dan *Embodied Carbon* (EC). *Embodied Energy* memiliki satuan hasil kWh/m² dan *Embodied Carbon* memiliki satuan hasil kgCO². Perolehan nilai berasal dari jenis material yang digunakan, masa hidup bangunan, serta *building lifespan*. Dengan *building lifespan* 50 tahun, hasil perolehan pada kondisi eksisting di Fasilitas Publik Bulakamba adalah sebagai berikut.

1. *Embodied Energy*

Simulasi yang dilakukan menunjukkan hasil EE pada fasilitas publik Bulakamba sebesar 3051.71 kWh/m² pada elemen building atau sebesar 10.98 GJ/m² dengan EE pada elemen *façade & glazing* sebesar 121.54 kWh/m² atau sebesar 0.4 GJ/m².



Gambar 6. Hasil Simulasi EE Fasilitas Publik Bulakamba (sumber: analisis penulis, 2021)

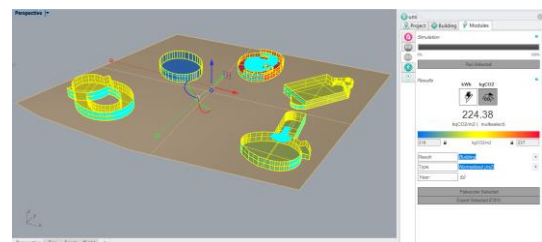
Tabel 3. Hasil Simulasi EE

Bangunan	<i>Embodied Energy (kwh/m²)</i>	
	<i>Building</i>	<i>Façade & Glazing</i>
MASJID	3108.74	182.03
GOR	2930.51	57.81
KOLAM RENANG	3166.34	143.71
GSG	3029.72	82.41
BEC	3039.26	134.62
Standar Efisiensi	3,4-19 GJ/m ² (944-5277 kwh/m ²)	

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Ding, 2004) bangunan komersial publik, energi yang terkandung per meter persegi dari luas lantai kotor berkisar antara 3,4 hingga 19 GJ / m² sehingga nilai EE di Fasilitas Publik Bulakamba masih tergolong di batas aman keberlanjutan.

2. *Embodied Carbon*

Simulasi yang dilakukan menunjukkan hasil Embodied Carbon (EC) pada fasilitas publik Bulakamba sebesar 224.38 kgCO²/m² pada elemen *building* dengan EC pada elemen *façade & glazing* sebesar 7.25 kgCO²/m².



Gambar 7. Hasil Simulasi EC Fasilitas Publik Bulakamba (sumber: analisis penulis, 2021)

Tabel 4. Hasil Simulasi EC

Bangunan	<i>Embodied Carbon kgCO²/m²</i>	
	<i>Building</i>	<i>Façade & Glazing</i>
MASJID	226.09	10.3
GOR	216.07	4.02
KOLAM RENANG	237.11	8.43
GSG	223.07	5.32
BEC	222.33	7.79
Standar Efisiensi	Maksimum 533,67 kgCO ² e / m ² (office), dan 419,2 kgCO ² e / m ² (commercial)	

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Luo dkk (2019) mengenai rata-rata bobot satuan luas dari emisi karbon gedung perkantoran, dan bangunan komersial masing-masing adalah

533,67 kgCO₂e / m², dan 419,2 kgCO₂e / m². Sehingga hasil eksisting EC Fasilitas Publik Bulakamba masih tergolong di batas aman keberlanjutan.

Mobility

Aspek *Mobility* pada UMI digunakan untuk mengukur kemudahan orang untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain khususnya dengan transportasi tanpa kendaraan bermotor yaitu dengan berjalan kaki dan bersepeda. Dalam memperoleh nilai pada parameter *mobility*, UMI menggunakan standar penilaian *walkscore*.

Walkscore merupakan matriks *walkability* yang dikembangkan di Amerika Utara yang menghasilkan skor poin antara nol yang berarti buruk dan seratus yang berarti sangat baik. Perdasarakan kedekatan suatu kawasan dengan sembilan fasilitas umum, yaitu *grocery stores, restaurants, shopping, coffee, banks, parks, schools, books* dan *entertainment*. Dalam jarak 0.25 mil (5 menit berjalan kaki), skor penuh diterima dan pada satu mil, fasilitas menerima sekitar 12% dari skor sebagai pengurangan. Setelah satu mil, skor perlahan menurun dengan jarak yang lebih besar, hingga mencapai nol pada 1,5 mil (30 menit berjalan kaki).

Tabel 5. Rentang Penilaian *Walkscore*

Nilai <i>Walkscore</i>	Deskripsi
90-100	<i>Walker's Paradise</i> <i>Daily errands do not require a car</i>
70-89	<i>Very Walkable</i> <i>Most errands can be accomplished on foot</i>
50-69	<i>Somewhat Walkable</i> <i>Some errands can be accomplished on foot</i>
25-49	<i>Car-Dependent</i> <i>Most errands require a car</i>
0-24	<i>Car-Dependent</i> <i>Almost all errands require a car</i>

(sumber: <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>)

Pada penilaian *walkscore* terbagi menjadi 5 rentang penilaian. Skor 0-24 berada pada kategori bergantung pada kendaraan karena semua fasilitas hanya bisa dicapai oleh kendaraan. Skor 25-49 menunjukkan kawasan tersebut juga masih bergantung pada kendaraan karena sebagian besar fasilitas harus dicapai dengan kendaraan. Skor 50-69 menunjukkan kawasan yang sedikit ramah pejalan kaki karena beberapa fasilitas dapat dijangkau dengan berjalan kaki. Skor 70-89 menunjukkan kawasan yang sangat ramah pejalan kaki karena sebagian besar fasilitas dapat dijangkau dengan berjalan kaki. Skor 90-100 merupakan surga bagi pejalan kaki karena semua fasilitas dapat dijangkau dengan berjalan kaki.

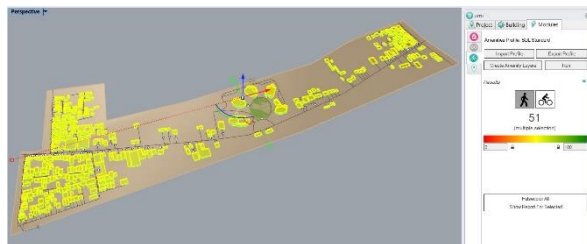
Adapun skor yang digunakan UMI untuk standar rentang penilaian untuk *bikescore* dapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rentang Penilaian *Bikescore*

Nilai <i>Bikescore</i>	Deskripsi
90-100	<i>Biker's Paradise</i> <i>Daily errands can be accomplished on a bike</i>
70-89	<i>Very Bikeable</i> <i>Biking is convenient for most trips.</i>
50-69	<i>Bikeable</i> <i>Some bike infrastructure</i>
0-49	<i>Somewhat Bikeable</i> <i>Minimal bike infrastructure.</i>

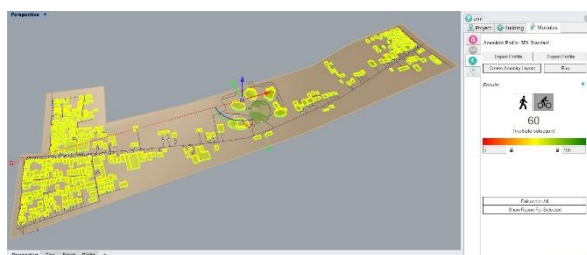
(sumber: <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>)

Pada penilaian *bikescore* terbagi menjadi 4 rentang penilaian. Skor 0-49 berada pada kategori sedikit ramah sepeda karena minimum infrastruktur penunjang, skor 50-69 menunjukkan kawasan cukup ramah pesepeda dengan beberapa infrastruktur penunjang, skor 70-89 menunjukkan kawasan yang ramah untuk bersepeda dan skor 90-100 merupakan surga pesepeda karena semua fasilitas dapat dijangkau mudah dengan bersepeda.



Gambar 8. Hasil Simulasi *Walkability* Fasilitas Publik Bulakamba

(sumber: analisis penulis, 2021)



Gambar 9. Hasil Simulasi *Bikeability* Fasilitas Publik Bulakamba

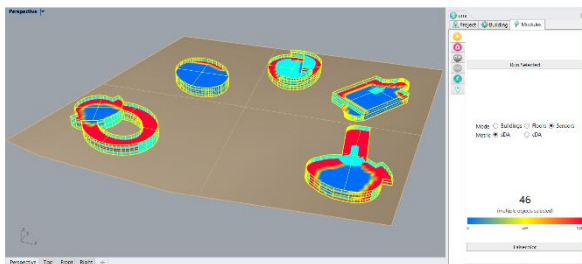
(sumber: analisis penulis, 2021)

Berdasarkan hasil simulasi UMI yang dilakukan, nilai rata-rata *walkability* pada fasilitas publik dan lingkungan sekitarnya nilai *mobility* dalam aspek *walkability* dan *bikeability* tergolong cukup baik yaitu dengan skor rata-rata adalah 51 untuk *walkability* dan 60 untuk *bikeability*. Berdasarkan pada kategori *walkscore*, nilai tersebut termasuk *Somewhat Walkable* (beberapa urusan dapat dilakukan dengan

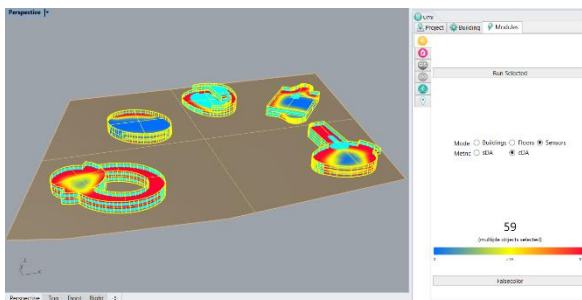
berjalan kaki) dan *Bikeable* (infrastruktur sepeda mencukupi kebutuhan). Hal ini disebabkan kedekatan jarak fasilitas publik dengan berbagai macam fasilitas yang terdapat disepanjang Jalan Raya Pantura Bulakamba. Nilai tersebut masih bisa dimaksimalkan.

Daylighting

Daylighting merupakan salah satu parameter untuk mengukur kecukupan pencahayaan alami pada suatu area tertentu. Pada UMI, simulasi daylighting dapat disajikan dengan *Spatial Daylight Autonomy* (sDA) maupun *Continuous Daylight Autonomy* (cDA). Indikator sDA digunakan untuk mengkaji apakah ruang referensi mendapatkan cukup pencahayaan (%) dari total rentang waktu aktivitas efektif pada umumnya yaitu jam 8 pagi hingga 6 sore. Indikator sDA dikatakan dapat terpenuhi apabila 55% dari total luas bidang referensi memenuhi kriteria sDA 300/50%. Pada program UMI, hasil sDA dipengaruhi oleh massa bangunan dan *Wall to Window Ratio* (WWR).



Gambar 10. Hasil Simulasi sDA Fasilitas Publik Bulakamba (sumber: analisis penulis, 2021)



Gambar 11. Hasil Simulasi cDA Fasilitas Publik Bulakamba (sumber: analisis penulis, 2021)

Hasil simulasi UMI menunjukkan nilai *daylighting* sDA 300/50% rata-rata pada Fasilitas Publik Bulakamba keseluruhan kawasan adalah 46% dan cDA 59%. Apabila ditinjau dari standar IES, angka sDA tersebut belum memenuhi standar minimal yaitu 55%.

Tabel 7. Hasil Simulasi sDA berdasarkan standar efisiensi

	MASJID	GOR	KOLAM RENANG	GSG	BEC
sDA	74%	9%	58%	22%	57%
Standar minimum sDA terpenuhi	✓	✗	✓	✗	✓

Dari hasil simulasi berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa bangunan Masjid, Kolam Renang dan BEC memenuhi memenuhi standar sDA, sedangkan Gedung Olah Raga dan Gedung Serbaguna masih berada dibawah standar efisiensi. Hal ini disebabkan karena GOR merupakan gedung tertutup yang hampir tidak terdapat bukaan dan Gedung Serbaguna yang minim bukaan di sisi timur dan barat. Hal tersebut masih dapat dimaksimalkan. Sedangkan untuk aspek cDA tidak terdapat standar minimum.

KESIMPULAN

Fasilitas Publik Bulakamba adalah kawasan yang berkelanjutan berdasarkan simulasi UMI. Mengambil formula dan teori *sustainable habitat system*, kawasan Fasilitas Publik Bulakamba memiliki nilai *throughput* (T) maksimum, dengan nilai *environmental damage* (D) minimum, dan *welfare* (W) yang maksimum. Nilai *environmental damage* (D) dapat dilihat dari aspek *Operational Energy* dan *Life Cycle* sedangkan *welfare* (W) dapat dilihat dari nilai *Floor Area Ratio*, *Mobility* dan *Daylighting*.

Nilai FAR (0.27) dengan nilai *Mobility* dalam lingkup fasilitas publik dan sekitarnya memiliki nilai *Walkability* (51); *Bikeability* (60) dan *Daylighting* dengan SDA (56%) dan cDA (59%). Sementara aspek *Life Cycle* yang meliputi EE (10.98 GJ/m²) dan EC (224.38 kgCO₂/m²) serta *Operational Energy* (182 kWh/m²/tahun) masih dalam batas keberlanjutan.

Berdasarkan kondisi eksisting tersebut, model fasilitas publik yang berkelanjutan dapat ditingkatkan dari aspek *Mobility* dan *Daylighting*. Aspek *Mobility* dapat ditingkatkan dengan meningkatkan fungsi bangunan pada kawasan dan sekitarnya serta menghubungkan beberapa akses jalan yang terputus. Pada aspek *Daylighting* yang dapat ditingkatkan dengan memkasimalkan WWR atau konfigurasi bangunan pada kawasan, sehingga memiliki nilai yang lebih baik dari sisi keberlanjutannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ding, G. K. C. (2004). *The development of a multi-criteria approach for the measurement of sustainable performance for built projects and facilities*. University of Technology, Sydney.
- Dyer, H., & Ngui, M. (2010). *Watch This Space: Designing, Defending and Sharing Public Spaces*. Toronto: Kids Can Press.
- Ijong, J. F., Kumurur, V. A., & Wuisang, C. E. V. (2010). Penerapan Konsep Kota Berkelanjutan Pada Desain Kawasan Tepian Pantai Perkotaan Tahuna. *Jurnal Fraktal*, 2(2), 31–40.
- Kabupaten Brebes dalam Angka. (2019). *Kabupaten Brebes dalam Angka*. 1–68.
- Kurniaty, R. (2014). Local Elites and Public Space Sustainability: The Local Elite Roles in the Presence and Usage of Public Space in Malang Raya, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 506–515. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.063>
- Kusumawanto, A., Hijriyah, L., & Setyowati, M. (2020). *Sustainability of Engineering Faculty Complex in Universitas Gadjah Mada and the Surroundings Area Based on Urban Modelling Interface Simulation*. 6(3), 338–351. [https://doi.org/10.15341/mese\(23332581\)/03.06.2020/005](https://doi.org/10.15341/mese(23332581)/03.06.2020/005)
- Luo, Z., Cang, Y., Zhang, N., Yang, L., & Liu, J. (2019). A Quantitative Process-Based Inventory Study on Material Embodied Carbon Emissions of Residential, Office, and Commercial Buildings in China. *Journal of Thermal Science*, 28(6), 1236–1251. <https://doi.org/10.1007/s11630-019-1165-x>
- Matsufuji, Y. (2004). KEYNOTE ADDRESS ON SUSTAINABLE HABITAT SYSTEM. *First International Workshop on Sustainable Habitat Systems*, 1–6.
- MIT Sustainable Design Lab. (2019). *umidocs Documentation*. <https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/umidocs/latest/umidocs.pdf>
- Nugrahaini, F. T. (2019). Walkability Di Kawasan Titik Nol Kilometer Yogyakarta Melalui Simulasi Urban Modelling Interface (Umi). *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 3(1), 60. <https://doi.org/10.31848/arcade.v3i1.197>
- R. Sendi, B. G. M. (2012). *International Encyclopedia of Housing and Home*. Elsevier Science.
- Sanei, M., Khodadad, M., & Ghadim, F. P. (2017). Effective Instructions in Design Process of Urban Public Spaces to Promote Sustainable Development. *World Journal of Engineering and Technology*, 05(02), 241–253. <https://doi.org/10.4236/wjet.2017.52019>
- Tempo.co. (2020). *Pengembang Kawasan Industri Brebes Targetkan Pembangunan di 2021*. <https://bisnis.tempo.co/read/1349468/pengembang-kawasan-industri-brebes-targetkan-pembangunan-di-2021>
- Walkscore. (n.d.). *Walkscore Methodology*. <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>