



## Pengembangan Model Penilaian *Green Ergonomic Building* untuk Bangunan Perkantoran

## Development of Assessment Model on Green Ergonomic Building for Office Building

Bintang Nidia Kusuma<sup>\*1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Diterima 13-05-2022

Diperbaiki 28-04-2023

Disetujui 26-06-2023

#### Kata Kunci:

*Green building, green ergonomics, green ergonomic building, kenyamanan kualitas ruang dalam*

#### Keywords:

Green building, green ergonomics, green ergonomic building, convenience indoor quality

### ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi dunia berbanding lurus dengan peningkatan pada sektor bangunan. Sektor bangunan menyumbang 31% konsumsi energi dunia. Selain itu manusia semakin menyadari pentingnya aspek kesehatan, kenyamanan kualitas ruang dalam, dan keselamatan pengguna di dalam bangunan. Penelitian ini menggabungkan konsep penilaian *green building* dan *green ergonomics* untuk menghasilkan kerangka baru yang disebut *green ergonomic building*. *Green ergonomic building* yang dimaksud adalah suatu kondisi bangunan yang tidak hanya berfokus pada penggunaan energi, kualitas ruang dalam, tetapi juga kesehatan, kenyamanan, keselamatan, dan peningkatan kualitas hidup manusia dalam melakukan aktivitasnya di dalam bangunan. Pengembangan model penilaian *green ergonomic building* dikembangkan dari studi literatur dan penyebaran kuesioner kepada responden yang bekerja di gedung perkantoran bersertifikat *green building*. Pengolahan data menggunakan *Principal Component Analysis*. Hasil pengolahan data diperoleh tujuh dimensi usulan beserta indikatornya, di antaranya adalah komponen dasar kualitas ruang dalam dan keamanan; manajemen pengelolaan sampah dan keselamatan; manajemen pengelolaan efisiensi air dan pencahayaan buatan; kesesuaian furnitur area kerja dan material; penerapan teknologi sensorik dan kesehatan; kenyamanan ruang dalam pada area kerja; dan penghawaan mekanik dan fasilitas pendukung. Hasil dimensi dan indikator diharapkan dapat digunakan sebagai model penilaian untuk mengidentifikasi bahwa bangunan telah memenuhi syarat model penilaian *green ergonomic building*.

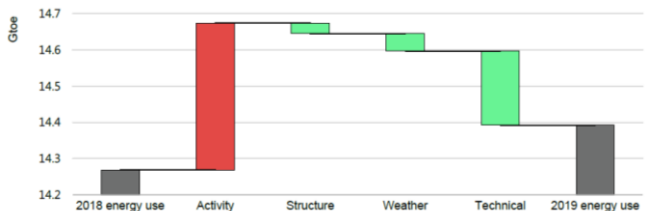
### ABSTRACT

World economic growth is directly proportional to the increase in the building sector. The building sector accounts for 31% of global energy consumption. Humans also increasingly recognize the importance of the health aspects, convenience indoor quality, and user safety in the building. This study combines the concepts of green building assessment and green ergonomics to produce a new framework called green ergonomic building. The green ergonomic building is a building condition that not only focuses on energy use, indoor quality but also health, convenience, safety, and improving quality of human life in carrying out their activities in buildings. The development of a green ergonomics building assessment model was developed from literature studies and questionnaires distributed to respondents working in green building certified office buildings. Data processing using the Principal Component Analysis. The results of data processing, seven dimensions of proposals and indicators are obtained. These dimensions are the basic components of indoor quality and security; waste management and safety; water efficiency management and artificial lighting; suitability of furniture work area and material; application of sensory technologies and health; the convenience of workspace; and mechanical ventilation and supporting facilities. These dimensions and their indicators are expected to be used as a valuation model to identify that buildings have met the green ergonomic building assessment requirement.

## 1. Pendahuluan

Saat ini, konsumsi energi merupakan hal yang perlu diperhatikan. Hal ini menyangkut kelangsungan ketersediaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia. Efisiensi energi memiliki peran penting dalam memitigasi peningkatan konsumsi energi. Peningkatan kebutuhan energi sebagian besar berasal dari negara berkembang yang memiliki hubungan erat dengan pertumbuhan ekonomi. Tiga sektor utama yang berkontribusi terhadap total konsumsi energi dunia, salah satunya adalah sektor bangunan. Sektor bangunan menyumbang sekitar 20-22% konsumsi energi global. Energi yang dikonsumsi di sektor bangunan terbagi menjadi bangunan residensial dan bangunan komersial yang meningkat sebesar 1,3% per tahun [1].

Pertumbuhan penggunaan energi didorong oleh faktor-faktor struktural seperti peningkatan luas lantai bangunan baik hunian maupun non-hunian, peningkatan akses layanan bersama seiring dengan peningkatan aktivitas yang dilakukan termasuk perubahan populasi, iklim dan penggunaan peralatan [2]. Dalam beberapa tahun terakhir, IEA menyoroti perlu adanya tindakan yang dilakukan untuk melawan perlambatan laju peningkatan efisiensi energi sejak 2015. Aktivitas merupakan faktor yang meningkatkan permintaan energi [3]. Besarnya energi yang digunakan dipengaruhi oleh perilaku pengguna saat melakukan aktivitas. Berbagai aktivitas dilakukan manusia di dalam bangunan, antara lain menggunakan pemanas, pendingin ruangan (AC), ventilasi udara, penerangan, dan perangkat elektronik lainnya [4].



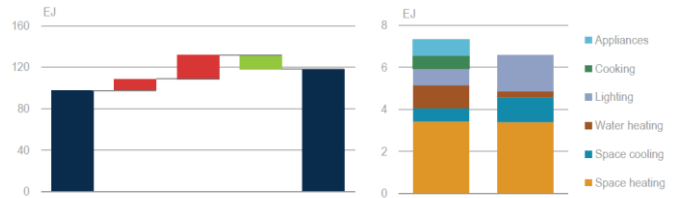
IEA 2020. All rights reserved.

Note: Red columns are factors that increased energy demand, green columns are factors that reduced energy demand.

Source: IEA, *Global Energy Review 2019*.

Gambar 1 Perubahan permintaan dan penyebab energi primer global 2018-2019 [3]

Pada gedung perkantoran yang merupakan bangunan non hunian, penggunaan energi didominasi oleh penggunaan pemanas; penggunaan pendingin ruangan (AC); penggunaan lampu untuk penerangan buatan; sistem pemanas dan ventilasi, yang mana sangat penting untuk mengurangi intensitas penggunaan energi dengan tetap memberikan kondisi kenyamanan termal bagi pengguna atau penghuni gedung [4][5]. Berdasarkan Market Report Series Energy Efficiency 2018 penggunaan energi global pada sektor bangunan dapat dilihat pada Gambar 2 [2].



Gambar 2 Penggunaan energi global pada bangunan [2]

Banyaknya kegiatan penggunaan energi menyebabkan pentingnya kesadaran akan efisiensi energi yang bergantung pada perilaku hemat energi manusia sebagai pengguna. Hal ini membuat fokus pada desain bangunan mulai mempertimbangkan faktor manusia sebagai pengguna terkait dengan perilaku hemat energi [6]. Perilaku pengguna dalam menggunakan energi pada bangunan dapat didukung dengan desain yang dirancang secara eksplisit mendorong manusia untuk melakukan tindakan hemat energi [7]. Desain bangunan dirancang agar pengguna dapat menyesuaikan kondisi kenyamanan atau dapat beradaptasi dengan lingkungan bangunan. Bagaimana pengguna belajar berperilaku dan menyesuaikan diri terhadap desain bangunan perlu dipahami [8].

Konsumsi energi pada bangunan perkantoran tidak dapat dengan mudah dikendalikan oleh sistem otomatisasi, karena sebagian besar bergantung pada perilaku manusia. Meningkatkan efisiensi energi di bangunan perkantoran merupakan tantangan tersendiri dan terkadang memerlukan perubahan perilaku pengguna. Gedung perkantoran dicirikan dengan ruang terbuka yang besar dengan *workstation* komputer individu dan biasanya pengguna kantor menunjukkan perilaku tidak efisien terhadap energi seperti membiarkan komputer dan lampu tetap menyala pada jam istirahat. Perilaku tidak efisien ini dapat meningkatkan konsumsi energi dan biaya yang tidak perlu [9]. Penghuni atau pengguna bangunan memiliki pengaruh yang cukup besar dalam mengurangi konsumsi energi bangunan. Maka dari itu, untuk mengurangi konsumsi energi, sangat penting bahwa penghuni dapat mengadopsi dan menunjukkan perilaku pro-lingkungan [10]. Perancangan bangunan memiliki peran dalam mengajarkan pengguna tentang energi dan perilaku dalam menggunakan energi. Tetapi bangunan yang dirancang secara konvensional tidak dapat membuat pengguna menyadari pentingnya lokalitas dan ketersediaan energi yang terbatas. Faktor perilaku manusia menjadi salah satu parameter yang harus dipertimbangkan dalam merancang sebuah bangunan [11].

*Green building* menjadi alternatif untuk menerapkan tujuan berkelanjutan pada bangunan sehingga menghasilkan lingkungan yang lebih sehat, penggunaan energi dan sumber daya alam yang lebih sedikit dibandingkan dengan bangunan konvensional, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan [12]. *Green building* dapat secara efektif meningkatkan pengalaman pengguna, meningkatkan standar desain dan pemeliharaan bangunan untuk dapat memiliki lingkungan hidup dan kerja yang lebih baik [13]. Pengembangan dan perencanaan *green building* merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi energi di sektor bangunan. Namun permasalahan yang ada tidak hanya meliputi penerapan konsep bangunan ramah lingkungan tetapi juga menyangkut kesehatan dan kenyamanan yang merupakan

bagian dari prinsip ergonomi, dimana prinsip ini belum diterapkan secara optimal pada *green building*.

The US Green Building Council menyatakan bahwa penerapan *green building* akan optimal ketika efisiensi energi tercapai dan secara efektif meningkatkan kenyamanan, kesehatan, dan produktivitas penghuni untuk mengurangi tingkat cedera melalui ergonomi proaktif dalam bangunan ramah lingkungan untuk mengurangi biaya dan meningkatkan produktivitas penghuni [14]. Ergonomi telah menjadi kegiatan yang sangat penting dalam proses desain. Ergonomi masuk ke dalam praktik desain bangunan ramah lingkungan melalui penggunaan faktor manusia dalam penetapan persyaratan di awal desain ramah lingkungan [15].

Konsep *green design* bertujuan untuk membuat desain mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengoperasian yang memperhatikan kelestarian lingkungan dan sumber daya alam yang efektif dan efisien. Terdapat hubungan antara alam dan manusia yang terintegrasi dengan pemahaman ilmu ergonomi. Tujuan prinsip ergonomi sejalan dengan tujuan *green design*. Hubungan ini menciptakan sebuah konsep yang disebut *green ergonomics* [16].

Prinsip ergonomi memiliki tujuan untuk meningkatkan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan kinerja manusia dengan memperhatikan faktor efektivitas dan efisiensi. Penerapan konsep *green ergonomics* dinilai dapat membantu desainer menciptakan desain yang lebih baik dan memecahkan masalah desain tertentu, untuk menghasilkan rancangan yang tidak hanya fokus pada kesehatan, kenyamanan, dan produktivitas manusia tetapi juga fokus pada perilaku penggunaan energi dan dampak lingkungan [17].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi pendahuluan yang berfokus pada studi literatur. Hasil dari studi literatur melingkupi informasi mengenai konsep *green building*, prinsip ergonomi, dan konsep *green ergonomics* yang diperlukan sebagai data pendukung pengembangan model penilaian *green ergonomic building*.

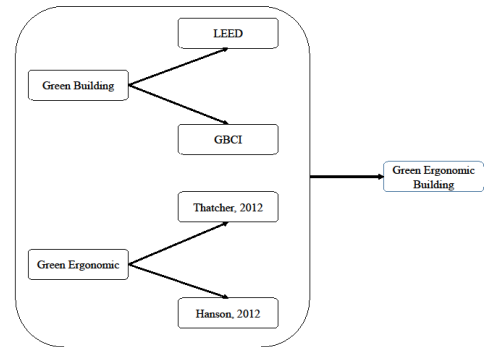
Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan model penilaian *Green Ergonomic Building* pada bangunan perkantoran. Identifikasi dimensi dan indikator menjadi dasar penilaian untuk mendapatkan kriteria yang diinginkan. Terdapat tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu tahapan pembentukan model dasar; tahap identifikasi dimensi penelitian; tahap desain kuesioner, dan tahap pembentukan dimensi baru.

Fokus penelitian adalah menghasilkan model penilaian *Green Ergonomic Building*. *Green Ergonomic Building* yang dimaksud adalah kondisi bangunan yang tidak hanya dapat mengatasi masalah penggunaan energi, kualitas ruang dalam, tetapi juga diharapkan dapat mengatasi masalah kesehatan, keselamatan, dan peningkatan kualitas hidup manusia dalam menjalankan kegiatan di dalam bangunan.

### 2.1. Pembentukan Model Dasar

Model dasar dimulai dengan penggabungan dua konsep besar yaitu konsep *green building* dan konsep *green ergonomics* sehingga menghasilkan kerangka kerja baru yang disebut *Green Ergonomics Building*. Aspek *green building* menggunakan referensi dari LEED dan GBCI, kemudian

untuk aspek *green ergonomics* menggunakan referensi dari penelitian Thatcher (2012) [16] dan Hanson (2013) [7]. Berikut model penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3 Model dasar

### 2.2. Identifikasi Dimensi Awal

Setelah dilakukan pembentukan model dasar, selanjutnya identifikasi dimensi awal ditentukan dengan menggabungkan dan seleksi variabel-variabel pada referensi. Hasil identifikasi dimensi kemudian diperoleh enam dimensi usulan penelitian awal terkait pengembangan model penilaian *Green Ergonomics Building*. Pembentukan dimensi awal meliputi Efisiensi Air; Hemat energi; Kesehatan lingkungan; Keamanan; Sampah dan Lingkungan Hidup; Antropometri dan Kenyamanan Ruang Dalam. Setelah identifikasi dimensi, dilanjutkan dengan identifikasi indikator model penilaian *Green Ergonomics Building*.

### 2.3. Penentuan Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah bangunan perkantoran, yaitu gedung utama Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Bangunan ini merupakan bangunan pemerintah yang telah mendapatkan sertifikasi *green building* untuk kategori bangunan baru. Kuesioner dibagikan kepada pegawai yang bekerja di gedung utama PUPR sesuai dengan kebutuhan sampel penelitian.

### 2.4. Kuesioner

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner. Pendataan dilakukan di area kantor, di gedung utama Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Responden dalam penelitian ini adalah karyawan yang bekerja di gedung utama Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Penelitian ini bersifat deskriptif sehingga minimum sampel yang dianjurkan adalah 100 [18]. Total populasi pada penelitian ini adalah 1000 orang karyawan yang bekerja di gedung utama PUPR. Sampel yang diambil untuk penelitian sebanyak 200 sampel karyawan. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan desain sampel *Complex Probability Sampling* yaitu *Disproportionate Stratified Random Sampling*. Teknik ini digunakan karena jumlah responden di setiap direktorat dan biro memiliki populasi yang berbeda.

Skala *Likert* dirancang untuk menguji seberapa kuat responden setuju atau tidak setuju dengan pernyataan dalam kuesioner yang dibagikan. *Item* pada kuesioner dibuat dalam

skala enam poin dengan pilihan jawaban sangat tidak setuju (1), tidak setuju (2), sedikit tidak setuju (3), sedikit setuju (4), setuju (5), dan sangat setuju (6). Penggunaan skala *likert* dengan enam poin dilakukan agar responden dapat mengungkapkan pendapatnya dan tidak ada pilihan yang netral.

2.5. Pengolahan Data dan Analisis Faktor

2.5.1. Uji validitas indikator

Uji statistik yang digunakan adalah korelasi *bivariat Pearson*. Korelasi diukur dari nilai setiap pertanyaan dengan total nilai pertanyaan dari setiap responden. Tingkat kesalahan yang digunakan adalah 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai signifikansi keseluruhan indikator berada di bawah 0,05, artinya semua indikator dianggap valid atau dapat mewakili seluruh sampel.

Tabel 1. Uji Validitas Bivariat Pearson Indikator Awal

Indikator	Nilai Koefisien		Keterangan
	Validitas	Signifikansi	
X1	0,512	0,000	valid
X2	0,465	0,000	valid
X3	0,544	0,000	valid
X4	0,633	0,000	valid
X5	0,652	0,000	valid
X6	0,572	0,000	valid
X7	0,549	0,000	valid
X8	0,437	0,000	valid
X9	0,651	0,000	valid
X10	0,409	0,000	valid
X12	0,526	0,000	valid
X13	0,595	0,000	valid
X14	0,530	0,000	valid
X15	0,704	0,000	valid
X16	0,558	0,000	valid
X17	0,598	0,000	valid
X18	0,633	0,000	valid
X19	0,586	0,000	valid
X20	0,480	0,000	valid
X21	0,621	0,000	valid
X22	0,636	0,000	valid
X23	0,541	0,000	valid
X24	0,545	0,000	valid
X25	0,603	0,000	valid
X26	0,585	0,000	valid
X27	0,618	0,000	valid
X28	0,574	0,000	valid
X29	0,589	0,000	valid
X30	0,479	0,000	valid
X31	0,427	0,000	valid
X32	0,449	0,000	valid
X33	0,441	0,000	valid
X34	0,405	0,000	valid
X35	0,517	0,000	valid

\*Correlation is significant at the 0,05 level (2-tailed)

2.5.2. Uji reliabilitas indikator

*Cronbach's alpha* adalah koefisien reliabilitas yang menunjukkan seberapa baik indikator dalam satu set berkorelasi positif satu sama lain. Nilai *Cronbach's alpha* yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah 0,6, yang artinya nilai 0,6 ke atas dapat diterima [15]. Dengan demikian, reliabilitas konsistensi internal dari ukuran yang digunakan dalam penelitian ini dianggap dapat diterima sebagai alat ukur. Hasil uji reliabilitas dengan Nilai *Cronbach's alpha* untuk semua indikator awal adalah 0,934.

Tabel 2. Uji Reliabilitas

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,920	0,934	35

2.5.3. Principal Component Analysis

*Principal Component Analysis* merupakan salah satu teknik faktorisasi matriks yang digubakan untuk pengurangan dimensi dan mengungkapkan faktor tersembunyi dari rangkaian variabel acak [19]. *Principal Component Analysis* dilakukan untuk membangun dimensi baru berupa kombinasi dari indikator-indikator yang menyusunnya. Gagasan utama dari *principal component analysis* adalah untuk mengurangi dimensionalitas suatu set data yang terdiri dari sejumlah besar variabel yang saling berhubungan, dengan mempertahankan sebanyak mungkin variasi yang ada dalam set data [20].

Pengurangan dimensi dicapai dengan mentransformasikan ke satu set variabel baru yang berupa komponen utama yang tidak berkorelasi namun mempertahankan sebagian besar variasi yang ada di semua variabel asli [19]. Dalam analisis faktor, beberapa asumsi harus dipenuhi, antara lain:

1. Uji korelasi antar variabel baik secara parsial maupun keseluruhan
2. Uji Kecukupan data

2.5.4. Uji korelasi

Pada penelitian ini uji korelasi dilakukan dengan menggunakan nilai *Bartlett Test of Sphericity*, kemudian melihat nilai *KMO Measure of Sampling Adequacy* yang menunjukkan kecukupan data dalam penelitian. Hipotesis yang akan diuji untuk uji korelasi *principal component analysis* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$ : Adanya korelasi antar indikator pada data sampel.

$H_1$ : Tidak adanya korelasi antar indikator pada data sampel.

Pengujian korelasi menggunakan SPSS versi 24, dimana hasil dari pengujian tersebut menunjukkan signifikansi *Bartlett Test of Sphericity* < 0,05. Maka hasil uji menolak  $H_0$  sehingga hasil yang didapat adalah tidak adanya korelasi antar indikator pada data sampel.

Tabel 3. KMO dan Bartlett's Test

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,897
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	3281,392
	df	595
	Sig.	0,000

Hasil uji korelasi secara parsial dapat dilihat dari nilai *Anti Image Correlation*. Nilai *Anti Image Correlation* pada matrik menandakan besaran MSA sebuah indikator. Nilai MSA > 0,5 menandakan indikator tersebut dapat diproses lebih lanjut atau tidak ada indikator yang dibuang. Berikut

nilai *anti image correlation* dilihat dari besaran MSA dari masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Besaran MSA Setiap Indikator

Indikator	Nilai MSA	Indikator	Nilai MSA
X1	0,880	X19	0,913
X2	0,881	X20	0,930
X3	0,887	X21	0,926
X4	0,920	X22	0,954
X5	0,927	X23	0,938
X6	0,914	X24	0,924
X7	0,870	X25	0,920
X8	0,920	X26	0,901
X9	0,843	X27	0,852
X10	0,863	X28	0,861
X11	0,919	X29	0,921
X12	0,898	X30	0,846
X13	0,917	X31	0,767
X14	0,889	X32	0,772
X15	0,921	X33	0,776
X16	0,896	X34	0,833
X17	0,904	X35	0,911
X18	0,918		

#### 2.5.5. Uji kecukupan data

Uji kecukupan data dapat dilihat dari nilai KMO *Measure of Sampling Adequacy*. KMO *Measure of Sampling Adequacy* merupakan indeks perbandingan jarak antara koefisien korelasi dengan koefisien korelasi parsialnya. Nilai KMO minimum adalah 0,5, sedangkan nilai KMO pada data dalam penelitian ini adalah 0,897. Nilai KMO menunjukkan bahwa data yang digunakan sudah mencukupi. Standar kecukupan data antara 0,7-0,8 [21].

#### 2.5.6. Nilai komunalitas indikator

Dalam penelitian ini, indikator-indikator yang ada memiliki nilai komunalitas  $> 0,5$ . Nilai ini menunjukkan bahwa setiap indikator dianggap telah terinterpretasikan dengan baik oleh dimensi yang akan terbentuk. Beberapa indikator memiliki nilai komunalitas  $< 0,5$  yaitu X20 yang artinya indikator tersebut tidak terinterpretasikan dengan baik oleh dimensi yang akan terbentuk.

#### 2.5.7. Pembentukan dimensi

Dalam *Principal Component Analysis* besaran *eigenvalues* harus digunakan sebagai panduan awal untuk dapat memutuskan jumlah faktor atau dalam penelitian ini adalah jumlah dimensi untuk mempertahankan dimensi akhir sebagai solusi [22]. Pembentukan dimensi menentukan jumlah dimensi yang terbentuk berdasarkan *eigenvalues* yang lebih besar dari 1. *Eigenvalues* menggambarkan jumlah varians yang dapat dijelaskan oleh suatu faktor [21]. Dalam penelitian ini, faktor yang dimaksud adalah dimensi. Setelah menghitung *factor loading* yang telah dirotasi, langkah selanjutnya adalah penempatan indikator sesuai dengan dimensi yang terbentuk, dilihat dari nilai *factor loading*. Total ada 34 indikator dan berdasarkan perhitungan jumlah dimensi yang terbentuk ada 8 dimensi. Delapan dimensi yang terbentuk adalah:

1. Dimensi 1: Komponen dasar kualitas kenyamanan ruang dalam dan keselamatan
2. Dimensi 2: Manajemen pengelolaan limbah dan risiko kerja
3. Dimensi 3: Manajemen pengelolaan efisiensi air dan pencahayaan buatan

4. Dimensi 4: Kesesuaian furniturarea kerja dan material
5. Dimensi 5: Penerapan teknologi sensorikdan kesehatan
6. Dimensi 6: Pengaturan ruang pada area kerja
7. Dimensi 7: Penghawaan mekanik dan fasilitas pendukung
8. Dimensi 8: Manajemen tata letak ruangan

#### 2.5.8. Validitas dan reliabilitas dimensi

Setelah dimensi baru terbentuk, dilakukan uji validasi untuk masing-masing dimensi. Uji validasi yang dilakukan adalah uji *bivariat pearson* untuk setiap dimensi. Hasil uji validasi untuk kedelapan dimensi tersebut valid. Uji reliabilitas untuk masing-masing dimensi dilakukan dengan melihat nilai *chronbach's alpha*. Nilai *Cronbach's alpha* set adalah 0.6 untuk diterima [15]. Total dimensi akhir yang terbentuk adalah tujuh dimensi.

Tabel 5.  
Nilai *Cronbach's Alpha*

Dimensi	Nilai <i>Cronbach's alpha</i>
1	0,877
2	0,738
3	0,837
4	0,809
5	0,848
6	0,844
7	0,652

Hasil uji reliabilitas pada masing-masing dimensi menunjukkan bahwa nilai *cronbach's alpha* lebih besar dari 0,6 artinya dimensi tersebut reliabel. Namun, dimensi kedelapan hanya terdiri dari satu indikator, sehingga tidak memiliki nilai *cronbach's alpha*. Suatu konstruk atau suatu dimensi tidak dapat direpresentasikan secara langsung dengan hanya satu indikator. Sehingga dimensi delapan dihilangkan dalam penelitian ini. Total dimensi dalam penelitian ini adalah tujuh dimensi, yaitu:

1. Dimensi 1: Komponen dasar kualitas kenyamanan ruang dalam dan keselamatan
2. Dimensi 2: Manajemen pengelolaan limbah dan risiko kerja
3. Dimensi 3: Manajemen pengelolaan efisiensi air dan pencahayaan buatan
4. Dimensi 4: Kesesuaian furniturarea kerja dan material
5. Dimensi 5: Penerapan teknologi sensorikdan kesehatan
6. Dimensi 6: Pengaturan ruang pada area kerja
7. Dimensi 7: Penghawaan mekanik dan fasilitas pendukung

### 3. Pembahasan

Data univariat responden dalam penelitian ini dikelompokkan berdasarkan nama, umur, jenis kelamin, pendidikan terakhir, unit kerja, jabatan, dan lama bekerja. Kuesioner ini ditujukan kepada pegawai yang bekerja di gedung utama Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang memiliki sertifikasi *green building*. Pengisian kuesioner berdasarkan penilaian penghuni gedung.

Hasil data univariat responden berdasarkan umur didominasi oleh responden dengan rentang usia 25-34 tahun sebanyak 48,6%, berdasarkan jenis kelamin didominasi oleh perempuan sebanyak 53,3%, dan berdasarkan pendidikan didominasi oleh lulusan sarjana sebanyak 54,2%. Data jumlah responden berdasarkan unit kerja di Sekretariat Jenderal didominasi oleh Biro Umum sebanyak 26,7%, di Inspektorat

Jenderal didominasi oleh Sekretariat Inspektorat Jenderal sebanyak 31,4%, dan di Direktorat Jenderal Bina Konstruksi didominasi oleh sekretariat direktorat jenderal sebanyak 18,7%. Posisi kerja responden didominasi oleh staf sebanyak 72,7%. Pengalaman kerja didominasi oleh responden dengan pengalaman 7-10 tahun sebanyak 27,3%.

*Eigenvalues* dalam penelitian ini menghasilkan delapan dimensi dengan *eigenvalue* >1. Besarnya varians yang dapat dijelaskan oleh variabel adalah 63,10%. Sisanya 36,90% variabel manifes tidak dapat dijelaskan. Pada hasil pengolahan data, sebaran indikator tidak merata ke semua dimensi. Beberapa dimensi tidak memiliki indikator sama sekali. Kondisi yang diharapkan adalah setiap dimensi terbentuk dari beberapa indikator dan hanya terdapat satu nilai *factor loading* tertinggi untuk setiap dimensi. Dalam perhitungannya, beberapa dimensi tidak memiliki indikator dan terdapat penumpukan indikator dalam satu dimensi tertentu. Kemudian dilakukan rotasi faktor VARIMAX ortogonal, tujuannya untuk memaksimalkan varians dalam faktor dari pemuatan faktor-faktor yang diekstraksi. Hasil putaran tersebut membentuk delapan dimensi. Tetapi dimensi kedelapan tidak dapat diandalkan. Maka dalam penelitian ini, dimensi delapan dihilangkan. Total dimensi dalam penelitian ini adalah tujuh dimensi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat menghasilkan model penilaian *Green Ergonomic Building* pada bangunan perkantoran. Hal ini dimaksudkan agar kedua konsep tersebut, baik konsep *green ergonomics* maupun konsep *green design*, dapat saling memberikan manfaat yang lebih baik dalam desain bangunan yang dapat diterima oleh pengguna. Metode ini menghasilkan indikator-indikator yang dapat digunakan sebagai pengembangan model acuan dalam menilai bangunan, yang nantinya dapat diidentifikasi apakah bangunan tersebut sudah memiliki persyaratan penilaian baik dari aspek *green building* maupun aspek ergonomis.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat tujuh dimensi dan indikatornya sebagai model penilaian untuk *Green Ergonomic Building*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran tentang model penilaian yang dibutuhkan untuk memenuhi kriteria *Green Ergonomic Building*. *Green Ergonomic Building* menggabungkan konsep *green ergonomics* dan *green design* menjadi konsep yang lebih kompleks. Diharapkan bangunan tersebut tidak hanya memperhatikan aspek-aspek yang ada pada *green building* sebagai upaya penghematan energi dan meningkatkan kelestarian alam tetapi juga memperhatikan aspek-aspek yang ada pada *green ergonomics* dimana aspek ini menyangkut perilaku manusia sebagai pengguna dalam mengambil tindakan yang tepat terhadap sistem atau sistem lingkungan tempat manusia berada.

Proses identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi *Green Ergonomic Building* menghasilkan dimensi yang diusulkan sebagai berikut: efisiensi air; hemat energi; kesehatan lingkungan; keamanan; sampah dan lingkungan; dan antropometri dan kenyamanan dalam ruangan. Hasil pengolahan data dengan menggunakan *principle component analysis* menghasilkan dimensi akhir yang digunakan sebagai

pengembangan model penilaian *Green Ergonomic Building*. Ada tujuh dimensi yang terbentuk, yaitu:

1. Komponen dasar kualitas ruang dalam dan keamanan (11 indikator)
2. Manajemen pengelolaan sampah dan keselamatan (4 indikator)
3. Manajemen pengelolaan efisiensi air dan pencahayaan buatan (5 indikator)
4. Kesesuaian furnitur area kerja dan material (4 indikator)
5. Penerapan teknologi sensorik dan kesehatan (4 indikator)
6. Kenyamanan ruang dalam pada area kerja (3 indikator)
7. Penghawaan mekanik dan fasilitas pendukung (2 indikator)

#### Referensi

- [1] <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/ieo2019.pdf>, diakses Desember 2021.
- [2] <https://webstore.iea.org/market-report-series-energy-efficiency-2018>, diakses Desember 2020.
- [3] [https://iea.blob.core.windows.net/assets/59268647-0b70-4e7b-9f78-269e5ee93f26/Energy\\_Efficiency\\_2020.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/59268647-0b70-4e7b-9f78-269e5ee93f26/Energy_Efficiency_2020.pdf), diakses Desember 2021.
- [4] [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_Annual\\_Report\\_publicversion.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_Annual_Report_publicversion.pdf), diakses Desember 2020.
- [5] Papadopoulos, S., Kontokosta, C.E., Vlachokostas, A., dan Azar, E., Rethinking hvac temperature setpoints in commercial buildings: the potential for zero-cost energy savings and comfort improvement in different climates, *Building and Environment*, Volume 155, 2019, pp. 350-359.
- [6] Bauer, M., Mosle, P., dan Schwarz, M., *Green building: guide book for sustainable architecture*, Springer, London, 2010.
- [7] Hanson, M. A., Green ergonomics: challenges and opportunities, *Ergonomics*, Volume 56, 2013, pp 399-408.
- [8] Brown, Z. B., Dowlatbadi, H., dan Cole, R.J., Feedback and adaptive behaviour in green buildings, *Intelligent Buildings International*, Volume 1, 2009, pp 296-315.
- [9] Iria, J., Fonseca, N., Cassola, F., Barbosa, A., Soares, F., Coelho, A., dan Ozdemird, A. A gamification platform to foster energy efficiency in office buildings, *Energy & Buildings*, Volume 222, 2020.
- [10] Hill, A., Han, Y., Taylor, J.E., Shealy, T., Pearce, A., Mohammadi, N., Empirical examination of pro-environmental behaviors in traditional, green featured, and lead certified buildings, *Energy Procedia*, Volume 158, 2019, pp 3982-3987.
- [11] Attainese, E. dan Duca, G., Human factors and ergonomic principles in building design for life and work activities: an applied methodology, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Volume 13, 2010, pp 187-202.
- [12] Aghili, N., Hosseini, S.E., Mohammed, A.H.B., dan Abidin, N.Z., Management criteria for green building in malaysia; relative important index, *Energy Source*, Volume 41, 2019, pp 2601-2615.
- [13] Khoshbakht, M., Gou, A., Lu, Y., Xie, X., Zhang, J., Are green building more satisfactory? a review of global evidence, *Habitat International*, Volume 74, 2018, pp 57-65.
- [14] Hedge, A. dan Dorsey, J. A., Green buildings need good ergonomics, *Ergonomics*, Volume 56, 2012, pp 492-506.
- [15] Sekaran, U. dan Bougie, R., *Research methods for business a skill-building approach*, John Wiley & Sons, United Kingdom, 2016.

- [16]Thatcher, A., Green ergonomics: definition and scope, *Ergonomics*, Volume 56, 2012, pp 389-398.
- [17]Lehto, M. R. dan Buck, J. R, Introduction to human factors and ergonomics for engineers, *Lawrence Erlbaum Associates*, New York, 2008, pp 10-11.
- [18]Fraenkel, J.R., Wallen, N. E., dan Hyun, H. H., *How to design and evaluate research education*, *Eight Edition*, McGraw-Hill, New York, 2011.
- [19]Naik, G.R., *Advances in principal component analysis research and development*, Springer, Singapore, 2018.
- [20]Jolliffe, I. T., *Second Edition Principal Components Analysis*, Springer, New York,2002.
- [21]Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., dan Andersen, R. E., *Multivariate data Analysis*, *Eight Edition*, Cengage Learning, United Kingdom, 2020.
- [22]Denis, D.J., *Univariate, bivariate and multivariate statictic using r, quantitative tools for data analysis and data science*, John Wiley & Sons,USA, 2020.