

SKRIPSI 53

**INTEGRASI SOLAR PHOTOVOLTAIC SEBAGAI
UPAYA PENGHEMATAN ENERGI PADA FASAD VERTIKAL
HQUARTERS MIX-USED SOHO APARTEMEN BANDUNG**



NAMA : GIORDANO CLEMENT

NPM : 6111801174

PEMBIMBING: IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR PROGRAM
STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-
PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

BANDUNG

2023

SKRIPSI 53

***INTEGRATION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC AS ENERGY
SAVING EFFORT ON THE VERTICAL FACADE OF
HQUARTERS MIX-USED SOHO APARTMENT BANDUNG***



**NAMA : GIORDANO CLEMENT
NPM : 6111801174**

PEMBIMBING: IR. AMIRANI RITVA SANTOSO, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No:
1998/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN
Perguruan Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

SKRIPSI 53

**INTEGRASI SOLAR PHOTOVOLTAIC SEBAGAI
UPAYA PENGHEMATAN ENERGI PADA FASAD VERTIKAL
HQUARTERS MIX-USED SOHO APARTEMEN BANDUNG**



**NAMA : GIORDANO CLEMENT
NPM : 6111801174**

PEMBIMBING :

Ir. Amirani Ritva Santoso, M.T.

PENGUJI :

Dr. Nancy Yusnita Nugroho, S.T., M.T.

Ir. Mira Dewi Pangestu, M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN ARSITEKTUR
PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR**

**Akreditasi Institusi Berdasarkan BAN Perguruan Tinggi No: 1998/SK/BAN-
PT/Ak.Ppj/PT/XII/2022 dan Akreditasi Program Studi Berdasarkan BAN Perguruan
Tinggi No: 10814/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/IX/2021**

**BANDUNG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN SKRIPSI

(Declaration of Authorship)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Giordano Clement
NPM : 6111801174
Alamat : Jalan Alam Segar 1/26 Pondok Pinang, Jakarta Selatan,
DKI Jakarta 12310
Judul Skripsi : Integrasi Solar Fotovoltaik sebagai upaya
Penghematan Energi pada Fasad Vertikal HQuarters
Mix-used SOHO Apartemen Bandung

Dengan ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa :

1. Skripsi ini sepenuhnya adalah hasil karya saya pribadi dan di dalam proses penyusunannya telah tunduk dan menjunjung Kode Etik Penelitian yang berlaku secara umum maupun yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.
2. Jika di kemudian hari ditemukan dan terbukti bahwa isi di dalam Skripsi ini, baik sebagian maupun keseluruhan terdapat penyimpangan-penyimpangan dari Kode Etik Penelitian antara lain seperti tindakan merekayasa atau memalsukan data atau tindakan sejenisnya, tindakan plagiarisme atau autoplagarisme, maka saya bersedia menerima seluruh konsekuensi hukum sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 29 September 2022



Giordano Clement

ABSTRAK

INTEGRASI SOLAR FOTOVOLTAIK SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN ENERGI PADA FASAD VERTIKAL HQUARTERS *MIX-USED* SOHO APARTEMEN BANDUNG

Oleh

Giordano Clement

NPM: 6111801174

Matahari merupakan sumber energi terbesar di daerah tropis, sehingga dapat bekerja secara aktif dan pasif. Prinsip pemanfaatan secara energi matahari secara aktif adalah mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik dengan bantuan sel surya/ fotovoltaik.

Saat ini, bangunan SOHO (Small Office Home Office) berlantai tinggi mulai banyak dibangun di lingkungan urban, termasuk kota Bandung. Salah satunya adalah gedung HQuarters yang dibangun di jalan Asia Afrika Bandung. Bangunan ini membutuhkan energi listrik yang cukup besar, sehingga dibutuhkan cara untuk dapat lebih menghemat sumber energi dengan pemasangan solar fotovoltaik pada fasad vertikal.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan pendekatan kuantitatif dengan cara simulasi menggunakan autodesk revit insight untuk mengetahui potensi energi solar pada tiap sisi fasad vertikal pada gedung HQuarters Bandung dan bagaimana konfigurasi panel solar fotovoltaik yang juga berfungsi sebagai sirip penangkal sinar matahari dapat menghasilkan energi yang memadai. Penghematan energi hanya diperhitungkan dari jumlah Kwh yang dihasilkan oleh konfigurasi panel fotovoltaik yang digunakan terhadap penggunaan energi oleh unit hunian saja.

Dari simulasi diperoleh hasil bahwa dinding fasad vertikal Timur dan Barat memiliki nilai insolasi yang paling tinggi dan konfigurasi panel fotovoltaik paling optimal adalah yang memiliki kemiringan 30 derajat. Dengan konfigurasi ini diperoleh penghematan energi sebesar 1.604.903 Kwh/ Tahun

Kata-kata kunci: Penghematan Energi , Solar Fotovoltaic, Fasad Vertikal

ABSTRACT

INTEGRATION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC AS ENERGY SAVING EFFORT ON THE VERTICAL FACADE OF HQUARTERS MIX-USED SOHO APARTMENT BANDUNG

by

Giordano Clement

NPM: 6111801174

The sun is the largest source of energy in the tropics, so it can work actively and passively. The principle of active use of solar energy is to convert solar radiation into electrical energy with the help of solar cells/photovoltaics.

Currently, high-floor SOHO (Small Office Home Office) buildings are starting to be built in urban areas, including the city of Bandung. One of them is the HQuarters building which was built on Jalan Asia Afrika Bandung. This building requires a large amount of electrical energy, so a way is needed to save more energy sources by installing solar photovoltaics on vertical facades.

This study uses an experimental method with a quantitative approach by means of simulation using Autodesk Revit Insight to determine the potential for solar energy on each side of the vertical facade of the HQuarters Bandung building and how the configuration of solar photovoltaic panels which also function as sun protection fins can produce adequate energy. Energy savings are only calculated from the number of Kwh generated by the configuration of the photovoltaic panels used against energy use by residential units only.

The simulation results show that the East and West vertical facade walls have the highest insolation values and the most optimal photovoltaic panel configuration is the one with a slope of 30 degrees. With this configuration, energy savings of 1,604,903 Kwh/year are obtained

Keywords: *Energy Saving, Solar Fotovoltaic, Vertical Facade*

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan ini, terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Katolik Parahyangan, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI dan tata cara yang berlaku di lingkungan Universitas Katolik Parahyangan.

Referensi kepastakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seijin Rektor Universitas Katolik Parahyangan.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Program Studi Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Dosen Pembimbing, IR. Amirani Ritva Santoso, M.T., atas bimbingan, saran dan arahan yang telah diberikan serta berbagai ilmu yang berharga.
- Dosen Penguji, IR. Mira Dewi Pangestu, M.T. dan DR. Nancy Yusnita Nugroho, S.T., M.T., atas arahan dan masukan yang berharga.
- Pihak HQuarters atas semua data dan informasi untuk bangunan yang diteliti
- Budi Santoso Wibowo, Nefri Kathrin Wibowo Gregorio Calvin, Nediva Mary-ann, Abigail Kendra, Gregory Boentaran, Gianina Boentaran, Georgina Boentaran atas dukungan selama proses pengerjaan
- Eistein Benedito, Rayza Gaharza, Raisa Firasyan, Karyn Widyarani, Narendra Dipta, Ananda Kevin atas dukungan selama proses pengerjaan
- Rekan-Rekan KBI TM 3 atas dukungan selama proses pengerjaan

Akhir kata semoga hasil proposal skripsi terkait Integrasi Solar Photovoltaic pada Fasad Vertikal Gedung HQuarters Bandung ini dapat memberikan manfaat bagi rekan-rekan sejawat dan semua pihak yang membutuhkan. Terima Kasih.

Jakarta, 29 September 2022



Giordano Clement

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	9
DAFTAR GAMBAR	13
DAFTAR TABEL	15
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	1
1.3. Pertanyaan Penelitian	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Ruang Lingkup Konteks	3
1.7. Kerangka Pemikiran	7
1.8. Sistematika Penulisan	8
BAB II	9
KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. SOHO (Small Office Home Office)	9
2.1.1. Definisi SOHO (Small Office Home Office)	9
2.1.2. Tipologi Apartemen	9
2.1.3. EBTKE (Energi Baru Terbarukan dan Konsumsi Energi) Listrik Gedung	10
2.2. SPSM (Sirip Penangkal Sinar Matahari)	11
2.2.1. Sun Shading	11
2.2.2. Variasi Bentuk SPSM	11
2.3. Teknologi Solar Fotovoltaik	15
2.3.1. Pengertian, Jenis, dan Spesifikasi Solar Fotovoltaik	15
2.3.2. Thin Film Solar Cell	16
2.3.4. Polycrystalline Silicon	17

2.3.5. Monocrystalline Silicon	17
2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Daya Solar Fotovoltaik	20
Penyebab Kerusakan Umum pada Solar Fotovoltaik	21
2.5. Perhitungan Kwh penggunaan Listrik Tahunan	23
BAB III	24
METODA PENELITIAN	24
3.1. Metode Penelitian	24
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.1. Tempat Penelitian	25
3.2.2. Waktu Penelitian	25
3.3. Teknik Pengumpulan Data	26
3.3.1. Observasi Bangunan	26
3.3.2. Simulasi Solar Study menggunakan Autodesk Revit plugin Insight	26
3.4. Variabel Penelitian	31
3.5. Batasan Penelitian	32
3.6. Teknik Pengumpulan Data	32
3.7. Tahap Penarikan Kesimpulan	33
BAB IV	34
ANALISA HASIL SIMULASI SOLAR FOTOVOLTAIK PADA MIX USED HQUARTERS BANDUNG	34
4.1. Pengaruh Bentuk Massa dan Lingkungan Sekitar terhadap penerapan Panel Surya	34
4.1.1. Pengaruh Bentuk Massa bangunan	34
4.1.2. Pengaruh Massa di sekitar Bangunan	35
4.1.3. Pengaruh Vegetasi di sekitar Bangunan	36
4.2. Insolasi pada Fasad Bangunan	36
4.2.1. Solar Analysis Tahunan	37
4.2.2. Insolasi Pada Sisi Timur Bangunan	38
4.2.3. Insolasi Pada Sisi Selatan Bangunan	39

4.2.4. Insulasi Pada Sisi Barat Bangunan	41
4.2.5. Insulasi Pada Sisi Utara Bangunan	42
4.3. Hasil Simulasi Untuk Efektivitas Pemasangan Panel Fotovoltaik Pada Fasad HQuarters Bandung Sebagai Sumber Energi Alternatif.	43
4.4. Perbandingan Kwh Eksisting dengan Pemakaian Solar Panel Fotovoltaik	49
BAB V	52
KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 HQuarters Bandung, Jalan Asia Afrika

Gambar 1.2 Denah Tipikal Hunian Apartemen HQuarters

Gambar 1.3 Denah Tipikal Kantor Sewa HQuarters

Gambar 1.4 Kerangka Berpikir Penelitian

Gambar 2.1 Penggunaan Listrik Tahunan Apartemen dan Perkantoran

Gambar 2.2 Contoh Variasi SPSM

Gambar 2.3 Sudut Pembayangan dari sirip Vertikal dan Horizontal

Gambar 2.4 Brosur Panasonic Evervolt 410 W

Gambar 2.5 Detail Panasonic EverVolt 410W/400W

Gambar 2.6 Panasonic Evervolt pada Bangunan Eksterior

Gambar 3.1 Gedung HQuarters Bandung

Gambar 3.2 *Autodesk Revit dan Insight*

Gambar 3.3 *Toolbar pada Autodesk Revit*

Gambar 3.4. *Location pada Autodesk Revit*

Gambar 3.5 *Toolbar Solar Analysis pada Autodesk Revit*

Gambar 3.6. Analisis *Display* pada *Solar Analysis* pada *Revit* dengan plug-in *Insight*

Gambar 4.1 Radius 200m Lingkungan HQuarters Bandung

Gambar 4.2 Hotel Ibis, Asia Afrika, Bandung, di bagian barat HQuarters Bandung

Gambar 4.3 Hasil Simulasi Objek Studi dengan Plugin Insight

Gambar 4.4 Simulasi Solar Fotovoltaik Pada Fasad bagian Timur.

Gambar 4.5 Simulasi Solar Fotovoltaik Pada Fasad bagian Selatan.

Gambar 4.6 Simulasi Solar Fotovoltaik Pada Fasad bagian Barat.

Gambar 4.7 Simulasi Solar Fotovoltaik Pada Fasad bagian Utara.

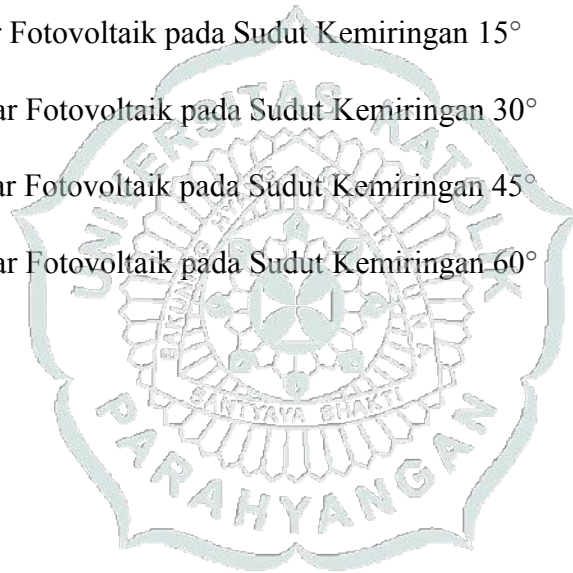
Gambar 4.8 Simulasi Solar Fotovoltaik pada Sudut Kemiringan 0°

Gambar 4.9 Simulasi Solar Fotovoltaik pada Sudut Kemiringan 15°

Gambar 4.10 Simulasi Solar Fotovoltaik pada Sudut Kemiringan 30°

Gambar 4.11 Simulasi Solar Fotovoltaik pada Sudut Kemiringan 45°

Gambar 4.12 Simulasi Solar Fotovoltaik pada Sudut Kemiringan 60°



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tahapan penggunaan Solar Analysis dengan plug-in Insight.

Tabel 3.2 Tahapan Analisa Panel Fotovoltaik.

Tabel 4.1 Tabel Solar Analysis Tahunan (Wh/m²)

Tabel 4.2 Hasil Simulasi Solar Fotovoltaik pada setiap sisi bangunan.

Tabel 4.3 Hasil simulasi Energi Solar Fotovoltaik pada Fasad dilihat dari Kemiringan pemasangan panel Fotovoltaik.

Tabel 4.4 Potongan Solar PV sesuai dengan sudut kemiringan



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Matahari merupakan sumber energi terbesar dan utama di Bumi. Energi matahari dapat dimanfaatkan secara aktif dan pasif. Pemanfaatan secara energi matahari secara aktif adalah mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik dengan bantuan sel surya/ fotovoltaik. Panel Fotovoltaik mulai digunakan di Indonesia sebagai upaya untuk penghematan energi dan upaya mengurangi emisi karbon di atmosfer.

Gedung *mix-used* perkantoran dengan apartemen merupakan salah satu fungsi bangunan yang banyak dibangun di wilayah urban untuk mengurangi jarak antara rumah dan kantor / tempat bekerja . Bangunan ini tentu membutuhkan konsumsi energi listrik yang banyak dan umumnya masih menggunakan energi listrik yang dihasilkan dari sumber yang tidak terbarukan (batu bara, dan bahan bakar fosil lainnya). Untuk itu dibutuhkan usaha untuk dapat menggantikan sebagian energi dengan energi yang lebih ramah lingkungan, seperti energi matahari . Kebutuhan listrik di masa yang akan datang terus meningkat sehingga secara tidak langsung bangunan harus menghasilkan listrik untuk menghemat energi listrik. Pemanfaatan panel Fotovoltaik merupakan salah satu upaya untuk menghemat listrik dengan mengubah energi matahari menjadi listrik. Mengintegrasikan panel fotovoltaik pada fasad bangunan adalah sebuah upaya untuk membantu mengurangi emisi karbon, sehingga dapat mewujudkan kota yang lebih berkelanjutan.

1.2. Perumusan Masalah

Pemanfaatan Panel Fotovoltaik pada fasad bangunan mulai banyak diterapkan, karena bangunan tingkat tinggi memiliki permukaan fasad yang lebih luas dibandingkan dengan bagian atapnya, sehingga pemasangan panel fotovoltaik lebih optimal bila diletakkan pada bagian fasad vertikal bangunan.

Tapi untuk pemasangan panel fotovoltaik , orientasi dan kemiringan panel PV menjadi persyaratan utama untuk mendapatkan energi yang optimal. Karenanya dibutuhkan kajian lebih dalam mengenai bagaimana orientasi fasad bangunan menjadi salah satu penentu sebesar apa energi matahari dapat dimanfaatkan melalui solar PV yang terpasang.

Alasan pemilihan objek studi HQuarters Bandung karena ada daya tarik secondary skin pada fasad vertikal untuk digubah menjadi solar panel fotovoltaik.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya, muncul beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- Bagaimana konfigurasi panel fotovoltaik pada fasad bangunan HQuarter Bandung yang efektif dikaitkan dengan orientasi dan kemiringan panel?
- Seberapa besar pengaruh pemasangan panel fotovoltaik pada fasad vertikal HQuarters Bandung untuk penghematan energi pada bangunan tersebut?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- Menemukan konfigurasi panel fotovoltaik pada fasad bangunan HQuarters Bandung yang efektif dikaitkan dengan orientasi dan kemiringan panel.
- Menganalisis tingkat efektivitas pemasangan panel fotovoltaik pada fasad HQuarters Bandung sebagai sumber energi alternatif.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk menambah pengetahuan tentang pemanfaatan sistem fotovoltaik sebagai sumber energi terbarukan pada bangunan *Mix-Used Apartment* dan SOHO, sebagai upaya untuk meringankan beban biaya listrik pengguna HQuarters Bandung, serta menginspirasi rancangan

bangunan-bangunan selanjutnya dengan tipologi serupa untuk mengimplementasikan sistem fotovoltaik.

1.6. Ruang Lingkup Konteks

Lingkup atau konteks penelitian untuk membatasi permasalahan ini adalah sebagai berikut:

- **Lingkup Penelitian**

Lingkup pembahasan penelitian ini untuk mengkaji potensi serta kendala penerapan panel surya pada fasad bangunan HQuarters Bandung dengan mempertimbangkan efektivitas hasil untuk penghematan energi.

- **Lingkup Objek**

Objek studi yang diangkat merupakan HQuarters Bandung, *Mix-Used* Apartemen dan SOHO (*Small Office Home Office*), Braga, Bandung.



Gambar 1.1 HQuarters Bandung, Jalan Asia Afrika

Sumber : Brosur HQuarters

HQuarters Bandung *Mix-Used* Apartemen dan SOHO memiliki fasilitas yang lengkap. Terdapat Kolam Renang, *Retail*, *Rooftop Garden*, *Co-Working Space*, dan Ruang Serbaguna.

HQuarters Apartemen dibagi menjadi 3 tipe, yaitu:

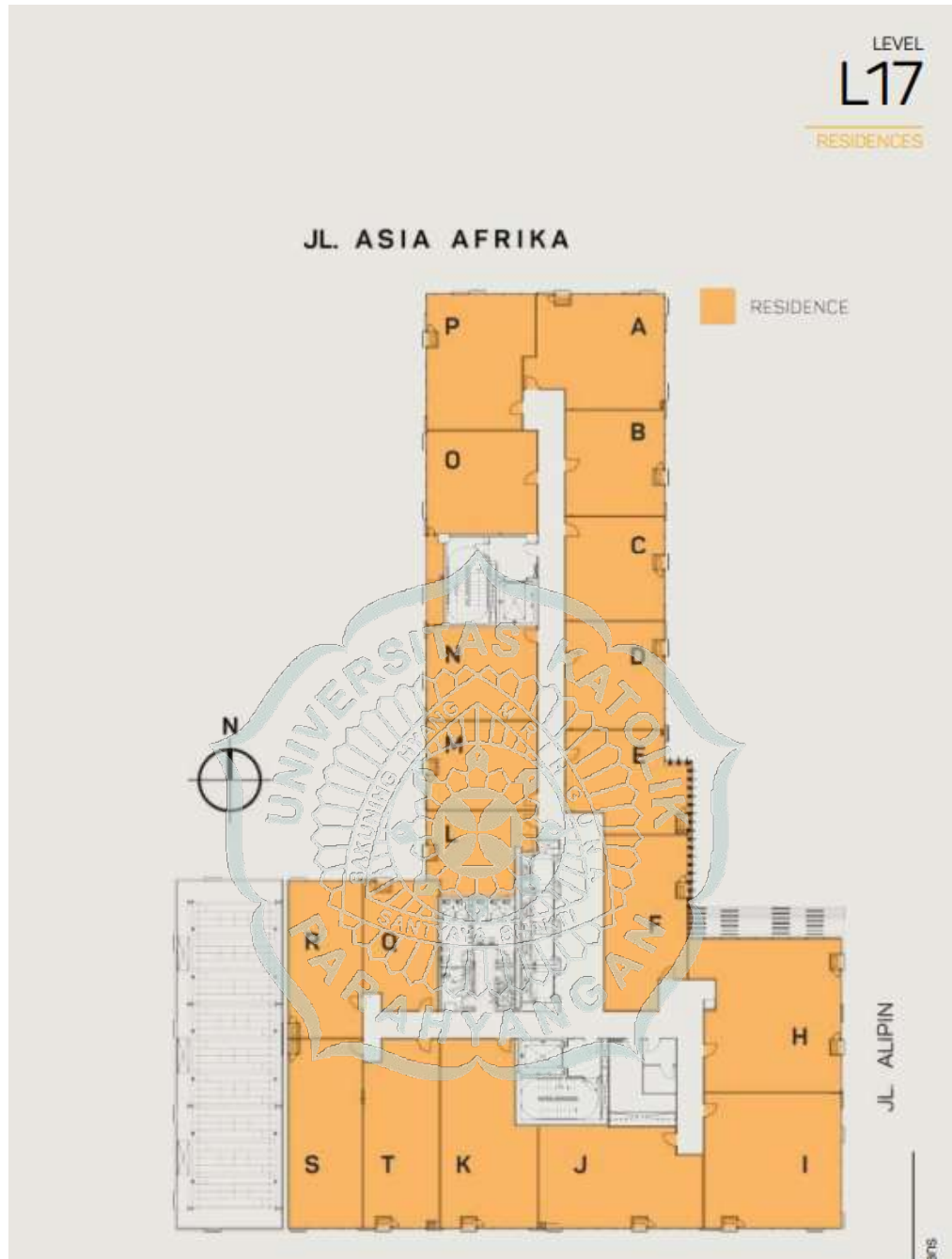
- Tipe 1 dengan luas 53m² terdapat 24 unit
- Tipe 2 dengan luas 66m² terdapat 21 unit
- Tipe 3 dengan luas 120m² terdapat 12 unit

HQuarters merupakan bangunan SOHO pertama dengan predikat Grade A di *Central Business District*, Bandung. HQuarters memiliki 3 tipe sama dengan apartemennya, yaitu:

- Tipe 1 dengan luas 53 m² terdapat 99 unit
- Tipe 2 dengan luas 66m² terdapat 77 unit
- Tipe 3 dengan luas 119m² terdapat 33 unit

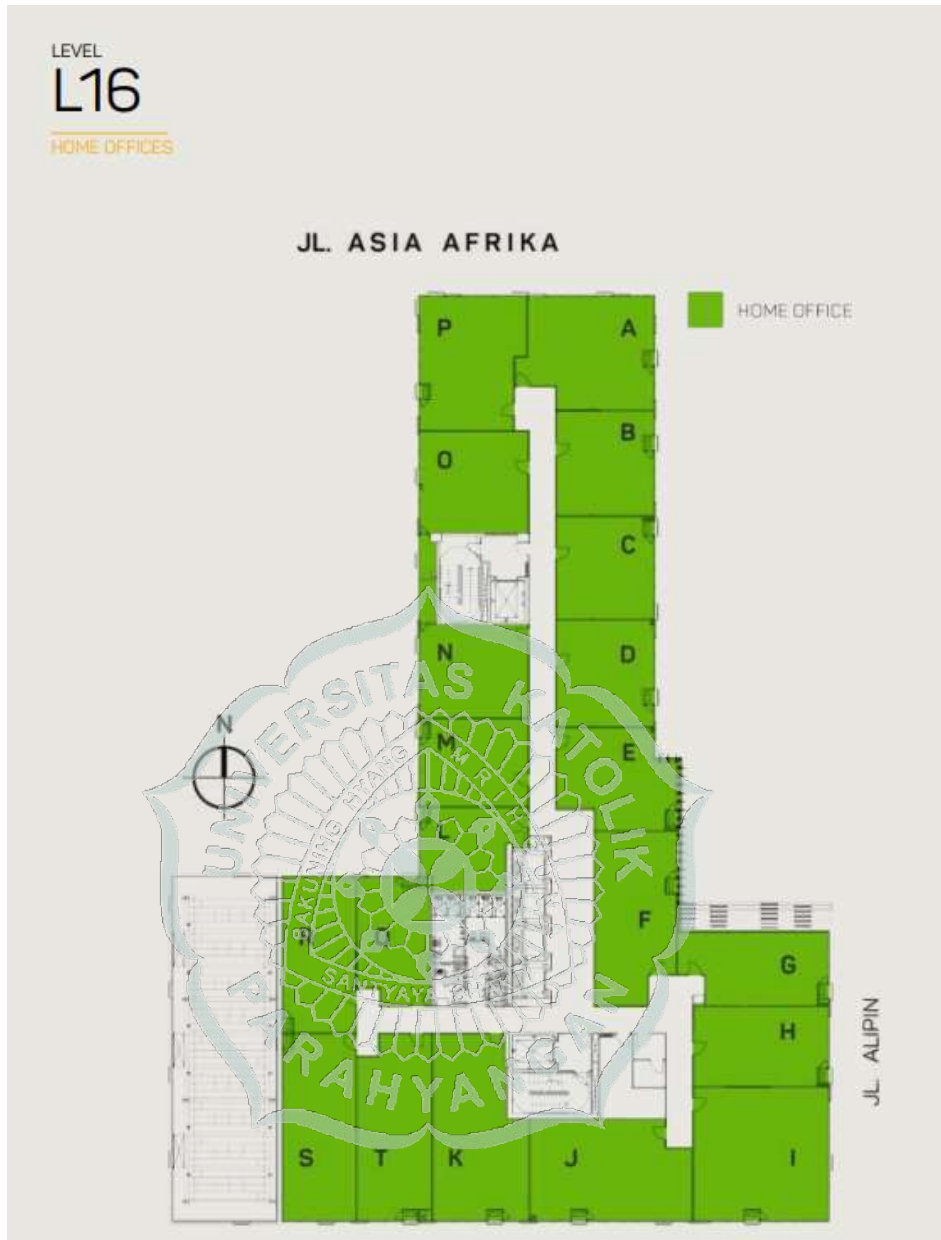
HQuarters ini memiliki orientasi sisi barat timur sehingga sinar matahari akan memanaskan seluruh bidang bangunan yang menghadap ke arahnya. Arah timur sebagai arah terbit matahari memberikan efek panas yang tidak menyenangkan antara jam 09.00 – 11.00. Sebaliknya, arah barat sebagai arah terbenamnya matahari memancarkan panasnya secara maksimal pada jam 13.00 – 15.00. Matahari memberikan radiasi yang berpengaruh terhadap bangunan.

Dari fenomena ini harus dilakukan untuk simulasi pada semua sisi bangunan agar dapat membantu menemukan sisi bangunan yang paling menerima banyak cahaya.



Gambar 1.2 Denah Tipikal Hunian Apartemen HQuarters

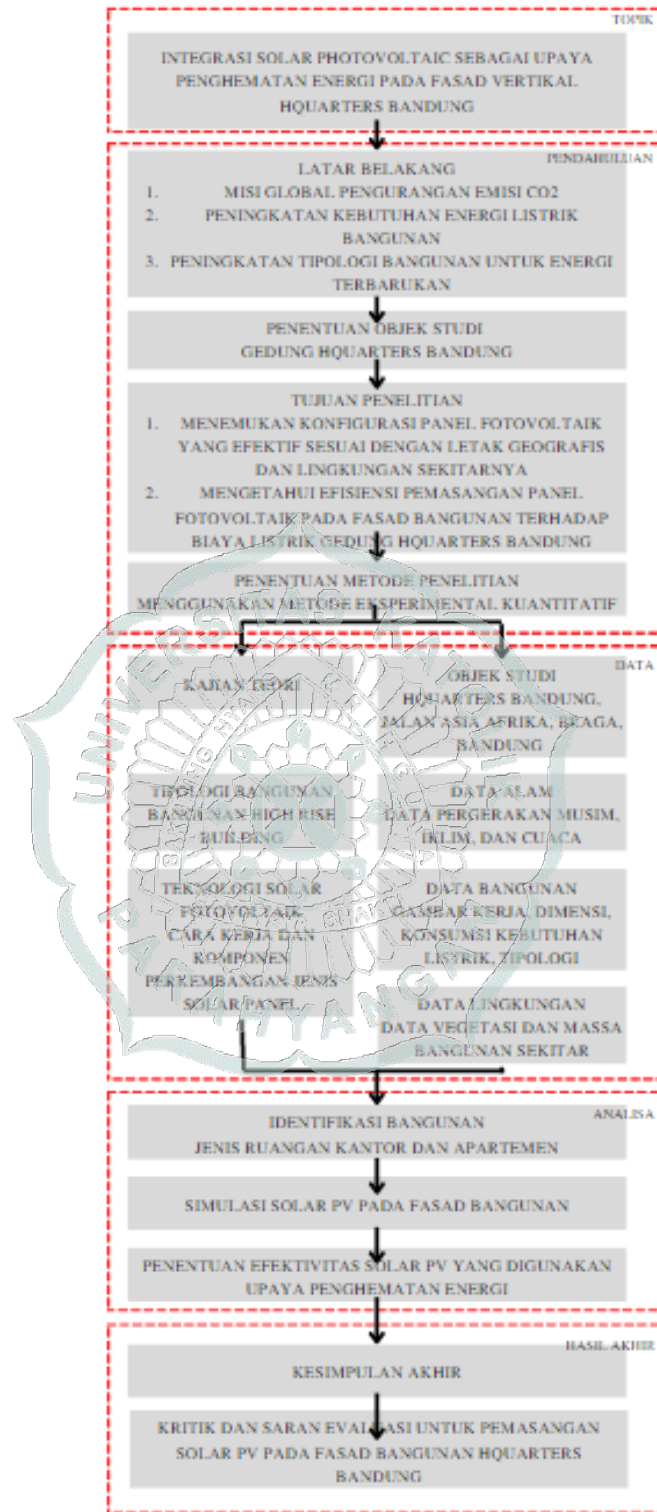
Sumber : Brosur HQuarters



Gambar 1.3 Denah Tipikal Kantor Sewa Apartemen HQuarters

Sumber : Brosur HQuarters

1.7. Kerangka Pemikiran



Gambar 1.4 Kerangka Berpikir Penelitian

1.8. Sistematika Penulisan

BAB I – PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisikan latar belakang penelitian yang meliputi latar belakang pemilihan topik serta objek penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat.

BAB II – KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisikan penjabaran mengenai tipologi fungsi bangunan objek studi, penerapan, potensi dan strategi implementasi panel surya, dan teori sirip penangkal sinar matahari.

BAB III – METODE PENELITIAN

Bab ini menjabarkan mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, serta teknik analisis dalam menarik kesimpulan.

BAB IV – HASIL PENELITIAN

Bab ini berisikan hasil penelitian berdasarkan simulasi yang dilakukan menggunakan *software Autodesk Revit* dengan *Plug in Autodesk Insight*. Menentukan orientasi dinding yang paling banyak / sedikit menghasilkan energi sinar matahari, dan efektifitas kemiringan panel fotovoltaik.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran berdasarkan analisis yang sudah dilaksanakan terkait pemasangan panel surya pada fasad Gedung HQuarters Bandung.