

PENELITIAN MONODISIPLIN
Perjanjian No: III/LPPM/2013-03/19-P

LAPORAN PENELITIAN

**POTENSI PENCAHAYAAN ALAMI
PADA RUMAH SUSUN SARIJADI BANDUNG**

Disusun Oleh:
Dr. Ir. Yasmin Suriansyah, MSP

**JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK**



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
Desember, 2013**

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, atas berkahNya lah laporan penelitian ini dapat diselesaikan.

Penelitian ini adalah sebagai salah satu kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi dalam rangka pemenuhan kewajiban dosen sebagai tenaga Akademik, yang pelaksanaannya dikelola oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Parahyangan (Unpar).

Dalam pelaksanaan kegiatan ini, tidak luput dari peran berharga berbagai pihak. Untuk itu, terimakasih yang sebanyak-banyaknya kami haturkan kepada: Dekan Fakultas Teknik Unpar; Kepala LPPM Unpar; Ketua Jurusan Arsitektur Unpar; Rekan-rekan Dosen di Jurusan Arsitektur Unpar; Para Penghuni Rusun Sarijadi; dan Para Asisten Peneliti. Semoga kebaikan yang telah diberikan akan mendapat ganjaran yang baik pula dari Tuhan yang Maha Kuasa.

Akhir kata, besar harapan kami hasil penelitian ini dapat berguna bagi banyak pihak yang memerlukannya. Kamipun terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun, karena kami menyadari segala keterbatasan kami.

Bandung, Desember 2013

Yasmin Suriansyah

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
DAFTAR ISI	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	iv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar belakang	1
1.2. Masalah penelitian	3
1.3. Pertanyaan penelitian	3
1.4. Tujuan khusus	4
1.5. Keutamaan (urgensi) penelitian	3
1.6. Target temuan/inovasi	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 State of the art dalam bidang yang diteliti	5
2.2 Roadmap penelitian	6
BAB III. METODE PENELITIAN	7
3.1. Bagan alir penelitian	7
3.2. Tahapan penelitian	7
3.3. Luaran penelitian	8
3.4. Indikator Capaian	8
BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN	10
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1. Lokasi Penelitian dan Gambaran Awal Obyek Penelitian	11
4.2. Hasil Simulasi	18
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	26
DAFTAR PUSTAKA	27
Lampiran: Contoh Analisis Simulasi <i>Daylighting</i>	29

Daylight Quality Potency at Sarijadi Mass Public Housing in Bandung Indonesia

Yasmin Suriansyah

Parahyangan Catholic University

Jalan Ciumbuleuit 94 Bandung, Indonesia

E-mail: yasmin@unpar.ac.id cc yasminsuriansyah@gmail.com

Abstract

Apartment Sarijadi Bandung (ASB) is a first-generation mass public housing (1975) in Bandung Indonesia is intended as mass public housing for the lower middle income, and until now still inhabited. ASB is the only apartment in the city designed as cluster typology with one staircase lined to four dwelling units, so that the wall has openings on outer façade and inner court facade. One of its design approaches is to optimize natural lighting with wall openings on those two-façade. This study aims to determine the extent of a natural lighting at ASB that is designed with optimization approach of the natural lighting. This study used quantitative methods. Field surveys conducted to obtain data of (1) physical spatial configurations of architectural elements, and (2) illuminant of the residential units, which will be used for analyzing how much the natural lighting potential in the residential units at ASB. The finding is the innovations of disclosure of influence factors of the architectural physic-spatial configuration to day lighting potential in vertical residential building typology as in the ASB. It is a useful new finding to be applied in supporting the development of science and technology and procurement related to vertical housing that provide opportunities for better life quality and energy efficiency in urban areas.

Keywords: Daylight, physic-spatial configuration, apartment, Sarijadi Bandung Indonesia

POTENSI PENCAHAYAAN ALAMI PADA RUMAH SUSUN SARIJADI BANDUNG

Yasmin Suriansyah

Universitas Katolik Parahyangan

Jalan Ciumbuleuit 94 Bandung, Indonesia

E-mail: yasmin@unpar.ac.id cc yasminsuriansyah@gmail.com

ABSTRAK

Rumah Susun Sarijadi Bandung (RSSB) adalah rusun generasi pertama (1975an) di Bandung yang diperuntukkan bagi masyarakat umum yang berpenghasilan menengah bawah, dan sampai kini masih dihuni. RSSB merupakan satu-satunya rusun di kota Bandung yang didesain dengan tipologi cluster berderet dengan satu tangga untuk empat unit hunian, sehingga mempunyai bukaan dinding ke bagian luar dan ke bagian dalam. Pendekatan desain seperti itu salah satunya bertujuan untuk optimalisasi pencahayaan alami dengan bukaan dinding pada dua arah yaitu ke bagian luar dan ke bagian dalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi pencahayaan alami pada RSSB yang didesain dengan pendekatan optimalisasi pencahayaan alami tersebut. Metode kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan data (1) konfigurasi elemen fisik spasial arsitektural, dan (2) iluminan pada unit-unit hunian, yang akan digunakan untuk menganalisis seberapa besar potensi pencahayaan alami pada unit-unit hunian di RSSB. Temuan dan inovasi pada penelitian ini merupakan pengungkapan pengaruh faktor konfigurasi fisik spasial arsitektural terhadap potensi pencahayaan alami pada hunian vertikal dengan tipologi seperti pada bangunan RSSB tersebut. Hal itu merupakan temuan baru yang berguna untuk diterapkan dalam menunjang pembangunan dan pengembangan IPTEKS terkait pengadaan hunian vertikal yang memberi peluang bagi kehidupan dengan kualitas yang lebih baik terkait dengan penghematan energy di perkotaan.

Kata Kunci: pencahayaan alami, konfigurasi elemen fisik-spatial, rusun, Sarijadi Bandung

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pencahayaan alami pada unit hunian di rumah susun (rusun) bagi masyarakat berpenghasilan menengah-bawah sangat penting untuk dicermati, karena langsung berpengaruh pada kenyamanan visual penghuninya dalam beraktivitas sehari-hari, dan secara tidak langsung berpengaruh pada penggunaan energi untuk pencahayaan buatan yang harus dibiayai.¹

Lebih dari setengah total konsumsi listrik digunakan untuk bangunan. Pencahayaan alami dapat digunakan untuk mengurangi pencahayaan buatan, untuk itu desain bentuk bangunan memegang peranan penting.² Studi terbaru mengungkapkan bahwa 50-60% untuk pengkondisian udara dan 20-30% untuk pencahayaan buatan.³⁴

Di antara banyak parameter yang dapat berpengaruh pada konsumsi energi pada bangunan terutama gedung-gedung tinggi, *window to wall ratio (WWR)*, *solar heat gain coefficient (SHGC)* dan *light transmittance (LT)* memiliki peran penting dalam jumlah panas dan cahaya matahari masuk ke dalam ruangan dan memiliki pengaruh signifikan pada penggunaan listrik di gedung-gedung.⁵⁶

Di Hongkong, akhir-akhir ini terjadi peningkatan minat untuk menggunakan pencahayaan alami untuk menghemat energi pada bangunan.⁷ Menurut Zain-Ahmed et al (1998) di Malaysia ukuran jendela (bukaan fasad) 25% WWR^8 , untuk bangunan

¹Suriansyah, Yasmin (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

² Nikipour, Mansour et al (2011), Study of the Effectiveness of Solar Heat Gain and Day light Factors on Minimizing Electricity Use in High-rise Buildings, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol 73, hal 73-77.

³ Lam, J.C. and Li, D.H.W (1996), Study of Solar Radiation Data Significant Energy and Environmental Implications for Hong Kong, *Energy Conversion and Management*, Vol 37, hal 343-351.

⁴Suriansyah, Yasmin (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

⁵Nikipour, Mansour et al (2011), Study of the Effectiveness of Solar Heat Gain and Day light Factors on Minimizing Electricity Use in High-rise Buildings, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol 73, hal 73-77.

⁶Suriansyah, Yasmin. (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

⁷Li, D.H.W and Lam, J.C. and Wong, S.L. (2002), Day lighting and Its Implications to Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Determinations, *Energy*, Vol.27, hal 991-1008.

⁸ Ahmed, A.Z. (2002), Daylighting as a Passive Solar Design Strategy in Tropical Buildings: a Case Study of Malaysia, *Energy Conversion and Management*, Vol. 43, hal 1725-1736.

tanpa sirip, sedangkan penelitian di Hongkong menunjukkan bahwa *WWR* optimal untuk bangunan dengan sirip adalah 36%.⁹¹⁰

Di Indonesia telah ada peraturan tentang *window to floor ratio (WFR)*, yaitu bahwa lubang cahaya minimum harus sepersepuluh dari luas lantai ruangan.¹¹ *WFR* lebih bersifat kuantitatif terkait dengan besaran luas lantai, dan berpengaruh tidak langsung pada sosok wajah bangunan. Adapun *WWR* mencakup sifat kuantitatif terkait dengan besaran luas dinding dan berpengaruh secara langsung terhadap sosok wajah (fasad) bangunan.¹²

Rumah susun merupakan bangunan hunian berlantai banyak, yang selalu mempunyai muatan masalah yang dilematik antara desain bentuk dan ukuran bukaan fasad, dengan kualitas kenyamanan termal dan visual yang dirasakan oleh penghuninya. Oleh karena itu penelitian mengenai *WWR* pada rusun menjadi penting untuk dilakukan. Selain itu, secara arsitektural *WWR* sangat penting untuk dicermati, karena berkaitan erat dengan perimbangan antara estetika bangunan dan penggunaan energi untuk pencahayaan bangunan, terutama untuk bangunan berlantai banyak yang menuntut pemakaian energi secara proporsional. Rumah susun merupakan bangunan hunian berlantai banyak, yang selalu mempunyai muatan masalah yang dilematik antara desain bentuk dan ukuran bukaan fasad, dengan visual yang dirasakan oleh penghuninya. Oleh karena itu penelitian mengenai *WWR* pada rusun menjadi penting untuk dilakukan.¹³

Rumah Susun Sarijadi Bandung (RSSB) adalah rusun generasi pertama (1975an) di Bandung, dan sampai sekarang masih dihuni. Merupakan salah satu rusun di Bandung yang diperuntukkan bagi masyarakat umum yang berpenghasilan menengah bawah. RSSB merupakan rusun yang memiliki keunikan dalam hal: sebagai satu-satunya rusun yang ada di kota Bandung, yang tipologinya adalah cluster deret dengan satu tangga untuk setiap empat unit hunian. RSSB cukup sering

⁹Nikpour, Mansour et al (2011), Investigating the Effectiveness of Self-Shading Strategy on Overall Thermal Transfer Value and Window Size in High Rise Buildings, *International Journal of Civil and Environmental Engineering* Vol 3:2 2011, hal 111-116.

¹⁰Suriansyah, Yasmin (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

¹¹Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia (2002), Keputusan Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah, Nomor: 403/Kpts/M/2002 tentang Pedoman Teknik Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (RS Sehat), hal 7.

¹²Suriansyah, Yasmin (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

¹³Suriansyah, Yasmin (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. *Prosiding, Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.

menjadi obyek penelitian, namun masih sedikit yang membahas potensi pencahayaan alami yang dikaitkan dengan potensi *daylight* berdasarkan simulasi software *dialux*.

1.2. Masalah dan rumusan penelitian

Dari fenomena awal yang berhasil dikumpulkan di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian bahwa perlu diteliti hubungan atau korelasi antara konfigurasi fisik spasial elemen arsitektural dengan potensi pencahayaan alami pada unit-unit RSSB.

1.3. Pertanyaan Penelitian

Dari rumusan masalah penelitian tersebut, diturunkan pertanyaan penelitian sebagai berikut.

1. Bagaimanakah konfigurasi fisik-spasial elemen arsitektural (KFSEA) unit hunian pada RSSB?
2. Sejauh mana KFSEA tersebut berpengaruh terhadap potensi pencahayaan alami (PPA) di RSSB?.

Hal itu penting diketahui untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang kaitan antara KFSEA dan PPA pada hunian vertikal, mengingat KFSEA adalah ranah arsitektur yang penting dalam perwujudan ruang dalam unit hunian khususnya pada hunianvertikal.

1.4. Tujuan khusus

Untuk melengkapi khasanah ilmu pengetahuan yang dapat dijadikan saran untuk optimalisasi pemanfaatan pencahayaan alami yang lebih baik, melalui konfigurasi fisik-spasial elemen arsitekturalnya.

1.5. Keutamaan (urgensi) penelitian

Dengan mengetahui PPA pada KFSEA tertentu, diharapkan didapatkan saran untuk desain KFSEA yang lebih baik.

Dengan mengetahui sejauh mana KFSEA, dapat membantu untuk mengoptimalkan PPA, maka diharapkan didapatkan saran intervensi arsitektural apa yang dapat kemukakan untuk dilakukan oleh pemangku kepentingan yang terkait.

Saran dari keilmuan arsitektur dibutuhkan untuk melengkapi khasanah pengetahuan tentang pengelolaan perumahan massal vertikal di perkotaan. Saran-saran tersebut sangat penting bagi semua pihak yang berkiprah terkait dengan penggagas, perencana, perancang, pengembang, pembangun, pengelola, dan pengawas hunian vertikal di perkotaan, yang tidak dapat dipungkiri merupakan bagian penting bagi masa depan perkotaan di Indonesia.

1.6. Target temuan/inovasi

Temuan dan inovasi yang diharapkan adalah berupa pengungkapan pengaruh faktor KFSEA pada bangunan RSSB yang cenderung memberi peluang untuk mendapatkan PPA yang optimal.

Hal itu diharapkan merupakan temuan baru yang berguna untuk diterapkan dalam menunjang pembangunan dan pengembangan IPTEKS terkait pengadaan hunian vertikal yang memberi peluang bagi kehidupan dengan kualitas yang lebih baik di perkotaan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *State of the art*

Walaupun tidak sepenuhnya, produk arsitektural yang baik- adalah lingkungan binaan berupa ruang yang dapat membuat kualitas kehidupan menjadi lebih baik. Oleh karena itu, upaya berkelanjutan untuk menemukan konfigurasi fisik spatial elemen arsitektural yang memberi peluang membuat kualitas kehidupan yang lebih baik merupakan suatu keharusan (Suriansyah, 2012). Salah satunya adalah dengan menemukan konfigurasi fisik spatial elemen arsitektural yang memberi peluang pencahayaan alami yang optimal.

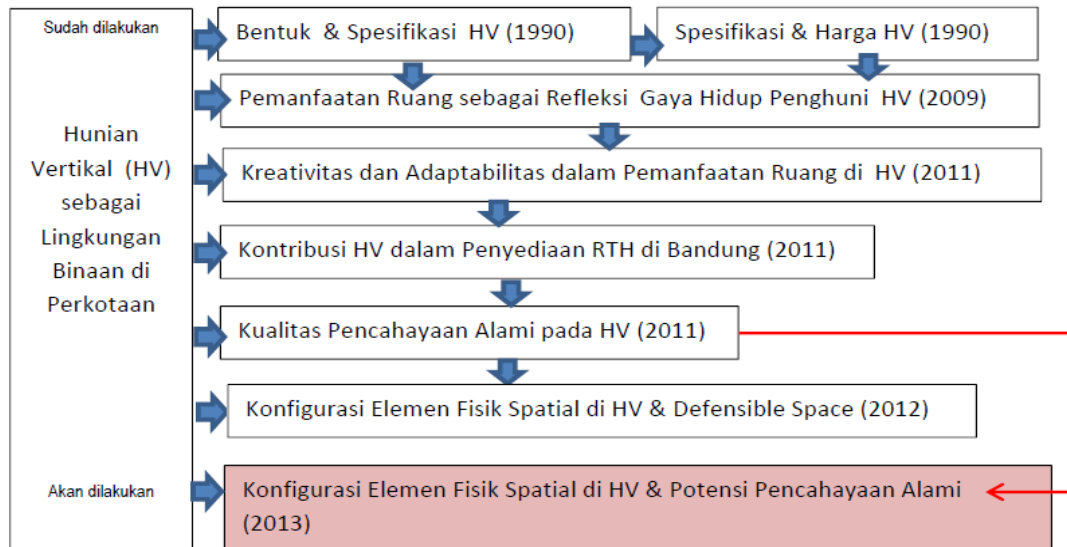
Untuk itu dalam penelitian ini digunakan landasan teoretik yang mencakup hasil penelitian yang terkait dengan prinsip *pencahayaan alami*, serta beberapa penelitian terdahulu yang membahas isu serupa pada obyek studi yang berbeda; serta penelitian terdahulu yang terkait dengan RSSB.

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian ini, antara lain: (1) *Analysis of the Refurbishment Process in Lithuania in Terms of Sustainable Development*, oleh Lina Seduikyte dan Andrius Jurelionis; (2) *Ventilation and Infiltration in High-Rise Apartment Buildings* oleh Richard C. Diamond, Helmut E. Feustel and Darryl J. Dickerhoff; (3) *Energy Conservation in Multifamily Housing: Review and Recommendations for Retrofit Programs* oleh John DeCicco and Loretta Smith, Rick Diamond, Steve Morgan, Janice Debarros, Sandra Nolden, and Theo Lubke, Tom Wilson; (4) *Comfort Analysis of a Passive House in Different Locations in Italy* oleh Alessia Giovanardi, Alexandra Troi, Wolfram Sparber, Paolo Baggio; (5) *Analisa Kenyamanan Termal pada Rumah Susun di Sarijadi* oleh Irena V. Gunawan; (6) *Evaluasi Tatanan dan Bentuk Massa Bangunan di Apartemen Galeri Ciumbuleuit*, oleh Budi Harja; (7) *Optimasi Konfigurasi Bangunan dalam Perencanaan Rumah Susun untuk Menunjang Kinerja Modul Photovoltaic dengan studi kasus: Perencanaan Rumah Susun di Kota Bandung* oleh Septana Bagus Pribadi; dan (8) *Pengaruh Kenyamanan Psikologis terhadap Pemilihan Unit Apartemen dengan obyek studi Apartemen Majesty*, oleh Desy Tri Handayani.

Sejauh penelusuran studi terdahulu yang telah dilakukan, belum ditemukan penelitian seperti yang akan dilakukan ini.

2.2. Roadmap penelitian

Roadmap penelitian yang sudah dan akan dilakukan adalah seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Roadmap Penelitian

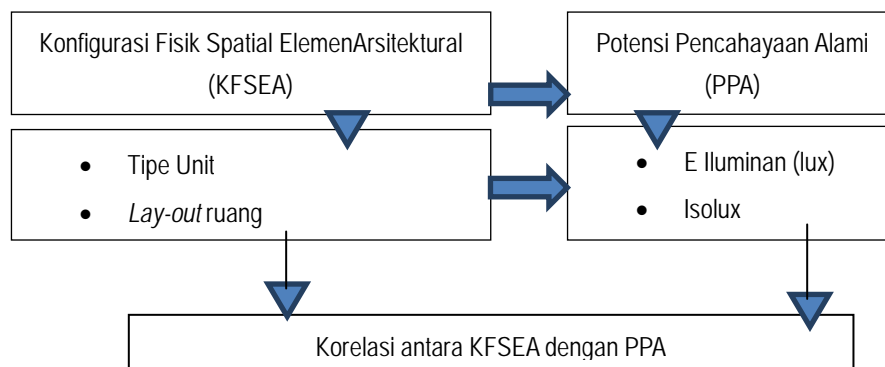
BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dan kuantitatif, untuk mencari korelasi antara variabel konfigurasi fisik elemen spasial arsitektural (KFSEA) dengan potensi pencahayaan alami (PPA) pada unit-unit hunian di rusun Sarijadi Bandung.

Variabel KFSEA diturunkan menjadi sub-variabel tipe unit, *lay-out* ruang, dan *window to wall ratio (WWR)* unit hunian. Variabel PPA diturunkan menjadi sub-variabel iluminan dan isolux pada ruang unit hunian di RSSB.

3.1. Bagan alir penelitian

Bagan alir penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2. Tahapan penelitian

Seperti yang terlihat pada diagram di atas, penelitian akan diawali dengan survei di lapangan untuk mengumpulkan data tentang konfigurasi fisik spasial elemen arsitektural, yang terdiri dari tipe unit, *lay-out* ruang, dan *window to wall ratio (WWR)* unit hunian, dan data tentang potensi pencahayaan alami yang terdiri dari Iluminan (lux) dan Isolux.

Data KFSEA dikumpulkan dengan cara perekaman berupa catatan dan gambar-gambar 2 dan 3 dimensi dari unit-unit hunian yang di studi yang memperlihatkan ketiga sub-variabel yang telah disebutkan diatas. Data ketiga

sub-variabel tersebut diperlukan untuk mengetahui sejauh apa tipe unit berpengaruh terhadap potensi pencahayaan alami yang didapat.

Data tentang PPA didapat melalui pengukuran secara simulasi dengan menggunakan *free-software Dialux* versi 4.9 terhadap unit-unit hunian yang distudi untuk mengetahui *base-line* pencahayaan alami yang didapat pada masing-masing tipe dan *lay-out*, serta *WWR* dari berbagai ragam unit hunian. Potensi pencahayaan alami terbaca dari besaran iluminan dan sebaran isoluxnya pada ruang dalam unit hunian. Selain pengukuran melalui simulasi, dilakukan pula pengumpulan data aktual iluminan yang didapat pada masing-masing unit hunian yang distudi, untuk kemudian dibandingkan dengan persyaratan pencahayaan alami berdasarkan Standar Nasional Indonesia untuk ruang tinggal.

Kedua kelompok variabel tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan *cross-correlation*, sehingga didapatkan deskripsi kecenderungan konfigurasi tertentu yang menghasilkan pencahayaan alami tertentu.

3.3. Luaran penelitian

Seperti yang terlihat pada diagram penelitian, luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah deskripsi korelasi antara konfigurasi fisik spatial elemen arsitektural dengan potensi pencahayaan alami pada unit hunian di rumah susun Sarijadi Bandung. Luaran penelitian ini kemudian dapat digunakan untuk membangun hipotesa perbandingan antara RSSB dengan rusun lainnya dalam hal korelasi antara KFSEA dan PPA pada masing-masing rusun. Hipotesa tersebut dapat diajukan sebagai bagian dari penelitian yang lebih kompleks yang membutuhkan pendanaan lebih besar.

3.4. Indikator Capaian

Indikator capaian terukur dari penelitian ini adalah:

1. Terhimpunnya data tentang konfigurasi fisik spatial elemen arsitektural bangunan RSSB, berupa gambar *site-plan*, dan denah lantai dasar, lantai satu sampai dengan lantai empat untuk mendeskripsikan tipe unit, *layout* ruang, dan *window to wall ratio WWR* (%).
2. Terhimpunnya data tentang potensi pencahayaan alami, yang meliputi E Iluminan (lux) dan Isolux yang dapat dibandingkan dengan persyaratan cahaya alami pada unit hunian.
3. Tersusunnya deskripsi korelasi antara KFSEA dengan PPA.

Berikut adalah persyaratan iluminan pencahayaan ruang berdasarkan fungsinya, yang digunakan sebagai pembandingan terhadap pencahayaan alami yang didapat pada masing-masing unit hunian.

Tabel 1. Persyaratan Iluminan Pencahayaan Ruang






Fungsi Ruang	Lux
Teras	60
Ruang Tamu	120 - 150
Ruang Makan	120 - 250
Ruang Kerja	120 - 250
Kamar Tidur	120 - 250
Kamar Mandi	250
Dapur	250

Sumber: SNI 03-6197-2000

BAB IV. JADWAL PELAKSANAAN

Jadwal pelaksanaan penelitian dalam bentuk *bar chart* adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Penyusunan Usulan Penelitian	21 										
2	Survai lapangan											
3	Studi literatur											
4	Pengolahan data											
5	Penulisan laporan											
6	Pemasukan laporan antara							21				
7	Pemasukan laporan akhir										21	

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Lokasi dan gambaran obyek penelitian

Lokasi obyek penelitian adalah di jalan Sarijadi Bandung, dimana RSSB tersebut terletak. Rusun Sarijadi terdiri dari 11 blok tipe panjang dan 5 blok tipe pendek. Semua blok panjang menghadap barat barat daya dan utara timur laut. Blok panjang merupakan deretan 4 kluster yang terdiri dari 4 unit yang disatukan oleh tangga, sedangkan tipe pendek merupakan gabungan dari 2 kluster.



Gambar 3. Lokasi Rumah Susun Sarijadi Bandung (RSSB)

Sumber: Google Map 2012



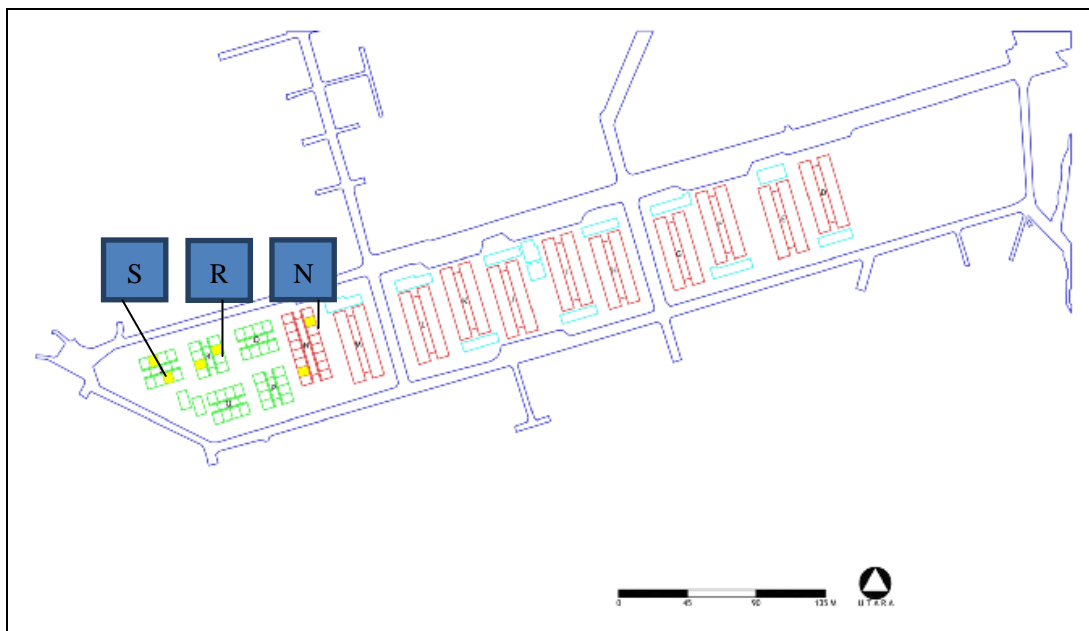
Gambar 4. Posisi RSSB di Kota Bandung



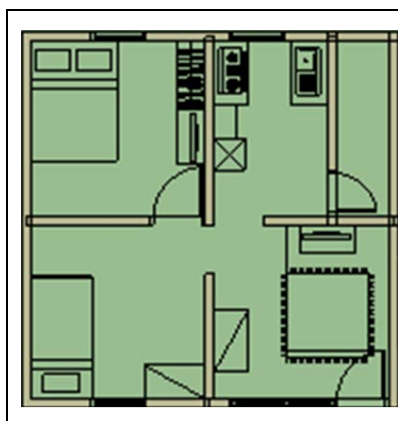
Gambar 5. Salah Satu Blok di RSSB (Blok R)



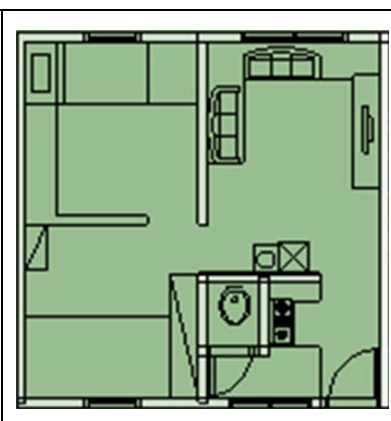
Gambar 6. Salah Satu Ruang dalam Unit Hunian



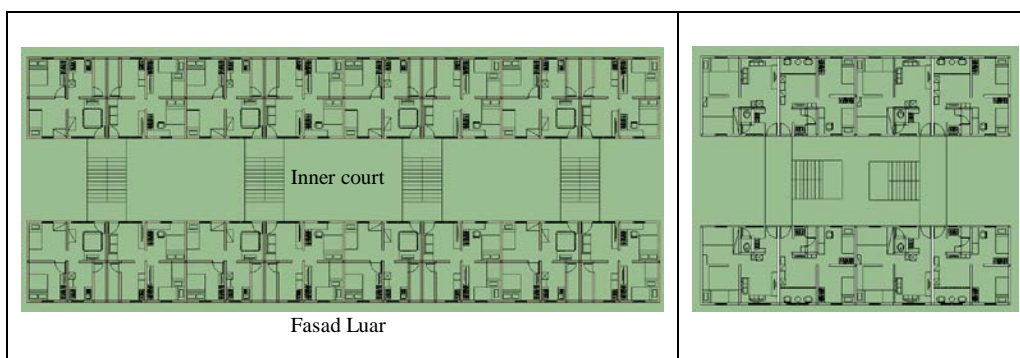
Gambar 7. Konfigurasi Massa Bangunan di RSSB



Gambar 8. Tipe Unit Hunian pada Tipe Blok Panjang



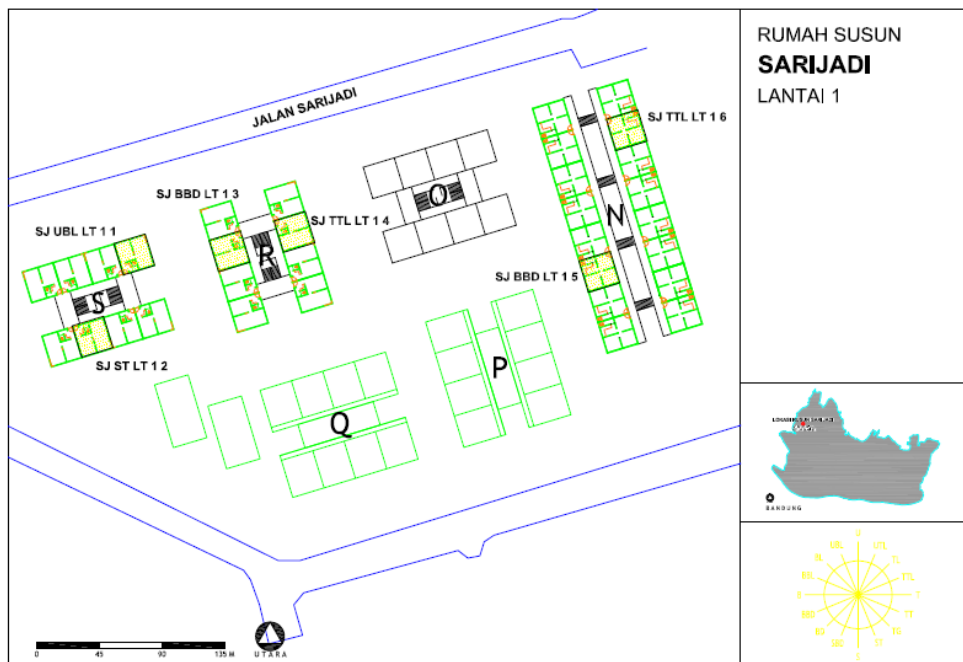
Gambar 9. Tipe Unit Hunian pada Tipe Blok Pendek



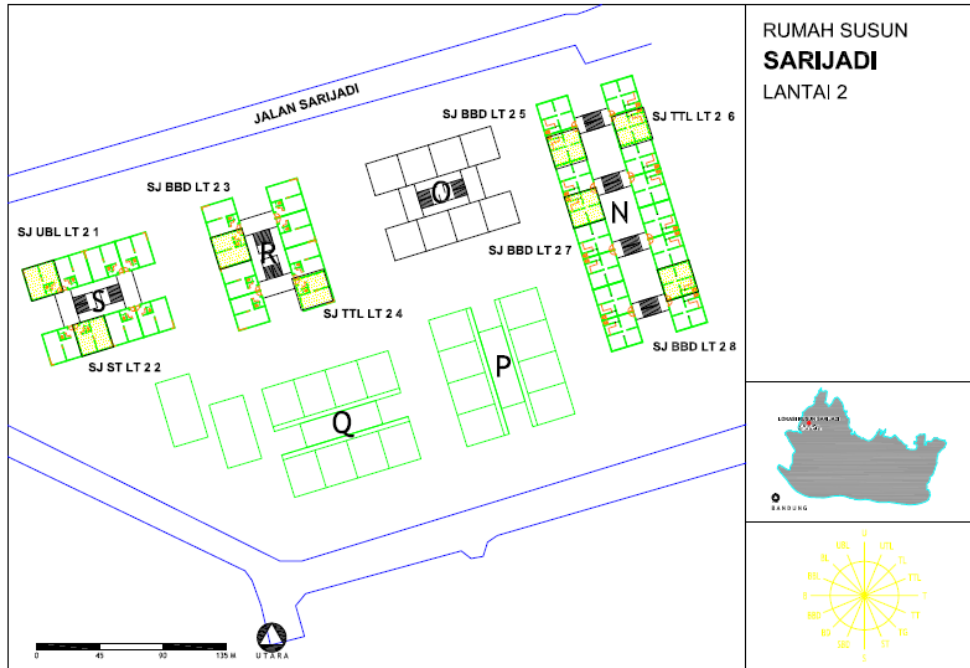
Gambar 10. Blok Panjang

Gambar 11. Blok Pendek

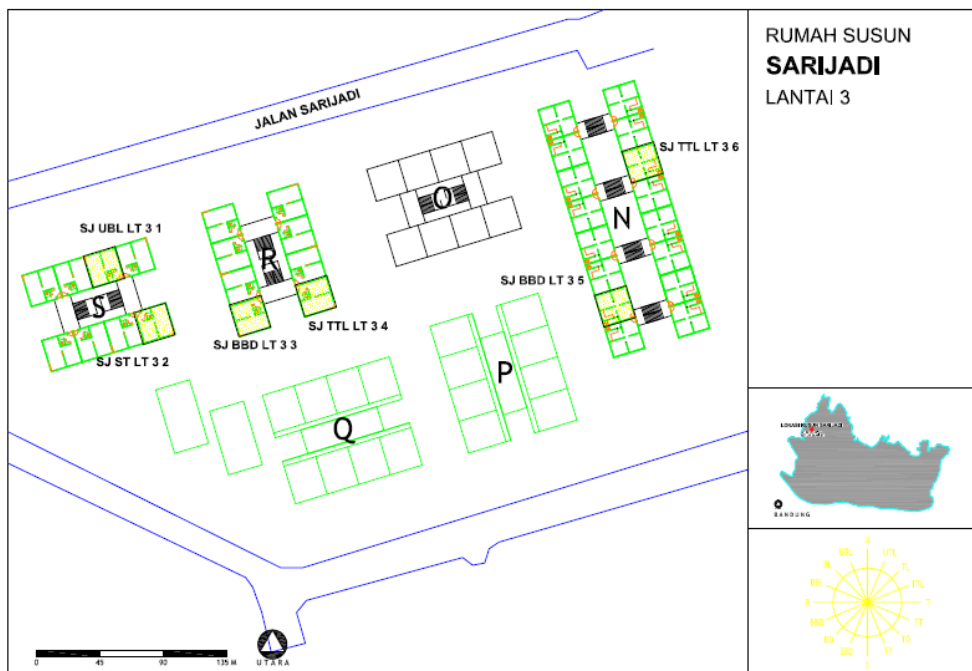
Obyek hunian yang diambil sebagai unit analisis adalah per unit hunian. Sampel diambil secara *purposive*, dengan anjakan diambil minimal satu unit pada tiap sisi blok pada tiap lantai, seperti yang terlihat pada gambar-gambar berikut. Blok bangunan yang dijadikan obyek penelitian adalah Blok S, R, dan N. Ketiga blok tersebut dipilih karena mewakili setiap tipe blok yang ada di kompleks RSSB tersebut. Blok S mewakili tipe blok pendek dengan orientasi kearah utara barat laut dan selatan tenggara. Blok R diambil mewakili blok tipe pendek yang menghadap kearah barat barat daya dan timur timur laut. Blok N sebagai perwakilan blok tipe panjang yang semuanya menghadap ke arah barat barat daya dan timur timur laut.



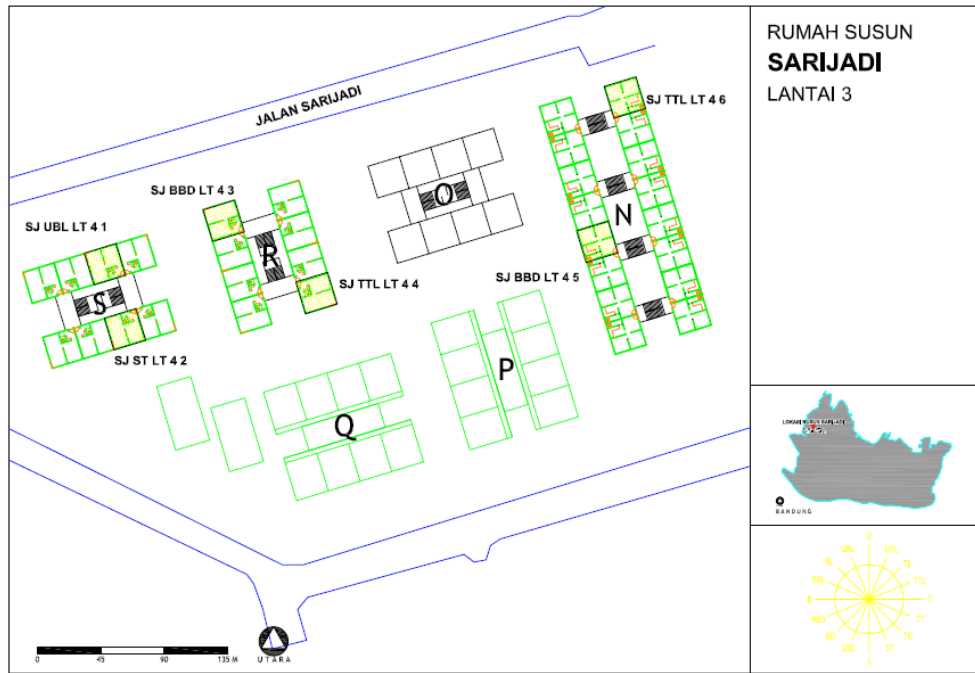
Gambar 12. Konfigurasi Unit Hunian pada Lantai 1



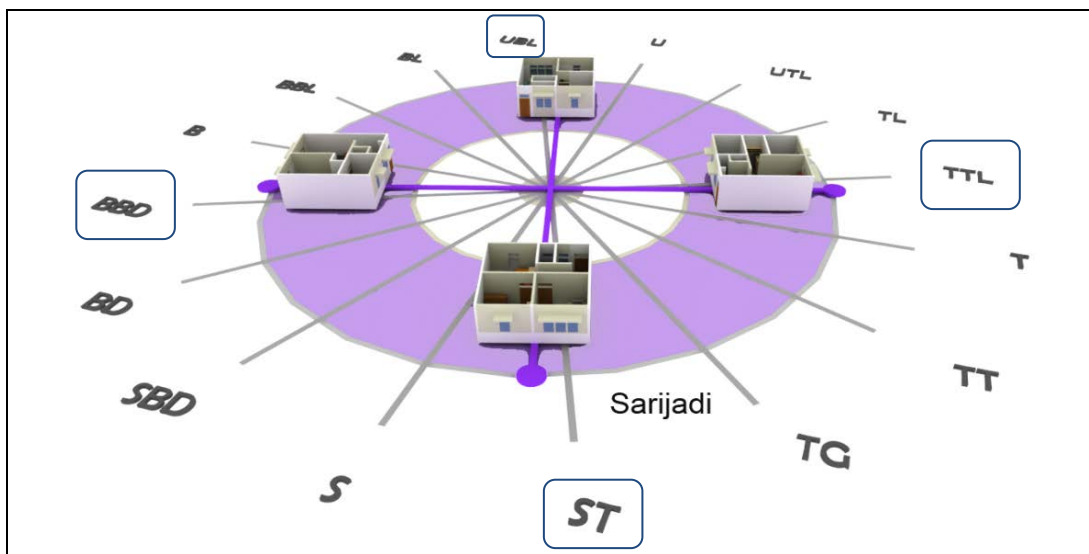
Gambar 13. Konfigurasi Unit Hunian pada Lantai 2



Gambar 14. Konfigurasi Unit Hunian pada Lantai 3



Gambar 15. Konfigurasi Unit Hunian pada Lantai 4



Gambar 16. Konfigurasi Unit Hunian Berdasarkan Arah Hadapnya



Gambar 17. Deviasi Fasad dari Arah Utara

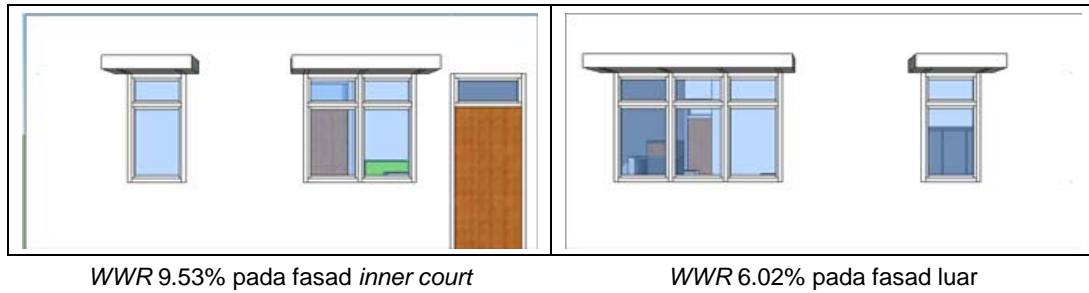
Kedua tipe blok mempunyai persamaan dan perbedaan dalam hal komposisi ruang dalam. Persamaannya mempunyai ukuran 36 m², terdiri dari dua ruang tidur; satu ruang keluarga/ruang duduk/ruang tinggal; sebuah ruang dapur dan sebuah toilet. Kedua ruang tidur berada pada posisi berdampingan. Lihat gambar 8, 9, 10, dan 11.

Perbedaannya adalah pada pengaturan di dalam ruangan tersebut. Pada blok panjang, zona servis (pelayanan) seperti toilet dan dapur yang berada menghadap sisi fasad luar; sementara zona servis pada blok pendek bersisian dengan *inner court*, sementara pada blok pendek zona servis berada pada atau bersisian dengan fasad luar.

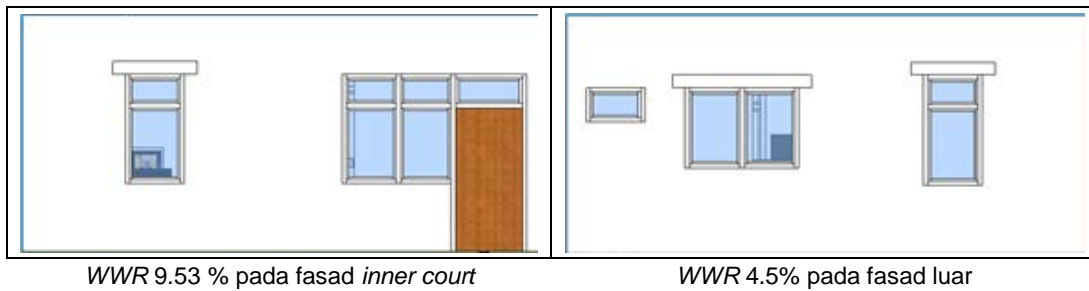
Keduanya mempunyai partisi pada tengah ruang, memisahkan dan berlokasi antara kedua kamar tidur, walaupun tidak sepenuhnya memblok atau menghalangi ruang yang dipisahkan tersebut, namun partisi tersebut berpotensi untuk mengurangi masuknya cahaya matahari masuk ke kedalaman ruangan. Lihat gambar 18 dan 19.

Pada unit hunian di blok panjang, bukaan pintu dan jendela tersambung, sedangkan pada unit di blok pendek, terdapat jarak antara bukaan pintu dan bukaan jendela. Pada unit di blok panjang, bukaan jendela menerangi ruang tidur, sedangkan bukaan jendela dan pintu menerangi ruang keluarga. Lihat gambar 18 dan 19.

Pada unit di blok pendek, bukaan jendela menerangi ruang tidur, sedangkan bukaan pintu dan jendela menerangi *foyer* menuju dapur dan toilet. Bukaan pada fasad luar pada unit di blok panjang (4.5%) lebih kecil daripada unit pada blok pendek (6.02%).



Gambar 18. WWR pada Tipe Blok Pendek UBL1, ST 2, BBD 3, and TTL 4



Gambar 19. WWR pada Unit Tipe Panjang BBD 5 and TTL 6

Pada unit di blok panjang bukaan jendela menerangi ruang tidur dan dapur, dan lubang cahaya pada dinding toilet menerangi ruang toilet, sementara pada unit di blok pendek, bukaan jendela menerangi ruang tidur dan ruang keluarga.

Pada studi ini representasi sampel diambil pada tiap arah fasad. Pada tiap blok diambil dua arah fasad serta arah sebaliknya. Oleh karena itu ada 6 unit tiap lantai dan disimulasikan pada ketinggian yang berbeda berdasarkan level dan posisi lantai, yaitu lantai satu sampai dengan lantai empat. Sebanyak dua puluh empat unit disimulasikan pada momen pencahayaan ekstrim, yaitu pada tanggal 21 Desember pukul 8.00 pagi dan 16.00 sore; serta pada tanggal 21 Juni pukul 8.00 pagi dan 16.00 sore juga.

Variasi susunan partisi dan furniture pada unit hunian adalah seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Unit Utara Barat Laut UBL 1



Unit Selatan Tenggara ST 2



Unit Barat Barat Daya BBD 3



Unit Timur Timur Laut TTL 4

Gambar 20. Konfigurasi Ruang Dalam pada Unit Hunian di Blok Tipe Pendek



Unit Barat Barat Daya BBD 5



Unit Timur Timur Laut TTL 6

Gambar 21. Konfigurasi Ruang Dalam pada Unit Hunian di Blok Tipe Panjang

5.2. Hasil Simulasi

Hasil simulasi menunjukkan bahwa iluminan rata-rata paling rendah dalam ruangan adalah 100 lux dan paling tinggi adalah 351 lux. Iluminan rendah kebanyakan terjadi

pada 21 Juni jam 8 am, sedangkan iluminan tertinggi pada 21 Desember jam 4 pm. Iluminan pada pagi hari lebih rendah daripada iluminan di sore hari.

Iluminan berdasarkan posisi lantai, secara berurutan dari paling tinggi ke rendah adalah, lantai 1, lantai 2, lantai 3, dan lantai 4. Hal itu karena matahari sore berada relatif frontal terhadap lantai 1, dibanding dengan lantai 2 dan 3, serta lantai 4.

Iluminan minimum terendah adalah 1,27 pada unit SJ TTL 6 di Blok N (blok panjang), sedangkan iluminan maksimum tertinggi terdapat pada unit SJ BBD 3 Blok R (blok pendek), disusul berturutan unit TTL 4 Blok R, UBL 1 Blok S, ST 2 Blok S, BBD 5 dan UTL 6 pada Blok N. Iluminan maksimum tertinggi terdapat pada blok R.

Blok S memiliki iluminan rata-rata menengah, dan Blok N memiliki iluminan rata-rata terendah bila dibandingkan dengan kedua blok lainnya. Lihat tabel 3, 4, 5, dan 6.

Tabel 3. Hasil Simulasi Iluminan (*E*) and *daylight factor* (*DF*) pada Blok S

		1 SJ UBL 1 BLOK S (PENDEK)				2 SJ ST 2 BLOK S (PENDEK)			
		21-Jun	21-Jun	21-Des	21-Des	21-Jun	21-Jun	21-Des	21-Des
Variabel	Lantai	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00
E min (lux)	1	5.27	13	13	15	5.6	14	8.2	16
	2	4.13	10	6.04	12	5.01	12	7.33	14
	3	3.46	8.6	5.06	9.84	4.24	11	6.2	12
	4	3	7.46	4.39	8.54	3.58	8.91	5.24	10
E maks (lux)	1	817	2030	2030	2324	822	2043	1202	2339
	2	808	2009	1182	2300	816	2028	1193	2321
	3	804	1999	1176	2289	812	2019	1188	2311
	4	803	1995	1174	2284	810	2012	1184	2303
E avg (lux)	1	110	273	273	313	108	267	157	306
	2	107	267	157	305	106	262	154	300
	3	105	262	154	300	104	257	151	295
	4	104	259	152	296	102	253	149	290
u0	1	0.048	0.048	0.048	0.048	0.052	0.052	0.052	0.052
	2	0.038	0.038	0.038	0.038	0.048	0.048	0.048	0.047
	3	0.033	0.033	0.033	0.033	0.041	0.041	0.041	0.041
	4	0.029	0.029	0.029	0.029	0.035	0.035	0.035	0.035
D avg (%)	1	2.22	2.22	2.22	2.22	2.17	2.17	2.17	2.17
	2	2.17	2.17	2.17	2.17	2.13	2.13	2.13	2.13
	3	2.13	2.13	2.13	2.13	2.09	2.09	2.09	2.09
	4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.06	2.06	2.06	2.06

Tabel 4. Hasil Simulasi Iluminan (*E*) and *daylight factor* (*DF*) pada Blok R

		3 SJ BBD 3 BLOK R (PENDEK)				4 SJ TTL 4 BLOK R (PENDEK)			
		21-Jun	21-Jun	21-Dec	21-Dec	21-Jun	21-Jun	21-Dec	21-Dec
Variabel	Floor	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00
E min (lux)	1	9.96	25	15	28	2.03	5.05	2.97	5.78
	2	12	29	17	33	2.82	7.02	4.13	8.03
	3	10	25	15	29	3	7.46	4.39	8.54
	4	8.98	22	13	26	2.41	5.99	3.52	6.86
E maks (lux)	1	829	2061	1213	2359	821	2042	1201	2337
	2	821	2041	1201	2336	829	2062	1213	2360
	3	817	2031	1195	2325	825	2050	1206	2347
	4	814	2023	1190	2316	823	2045	1203	2340
E avg (lux)	1	123	307	181	351	118	293	172	335
	2	121	301	177	344	122	303	178	346
	3	118	294	173	337	120	297	175	340
	4	117	292	172	334	118	294	173	336
u0	1	0.081	0.081	0.081	0.081	0.017	0.017	0.017	0.017
	2	0.095	0.095	0.095	0.095	0.023	0.023	0.023	0.023
	3	0.085	0.085	0.085	0.085	0.025	0.025	0.025	0.025
	4	0.076	0.076	0.076	0.076	0.02	0.02	0.02	0.02
D avg (%)	1	2.49	2.49	2.49	2.49	2.38	2.38	2.38	2.38
	2	2.44	2.44	2.44	2.44	2.46	2.46	2.46	2.46
	3	2.39	2.39	2.39	2.39	2.41	2.41	2.41	2.41
	4	2.37	2.37	2.37	2.37	2.38	2.38	2.38	2.38

Tabel 5. Hasil Simulasi Iluminan (*E*) and *daylight factor* (*DF*) pada Blok N

		5 SJ BBD 5 BLOK N (PANJANG)				6 SJ TTL 6 BLOK N (PANJANG)			
		21-Jun	21-Jun	21-Des	21-Des	21-Jun	21-Jun	21-Des	21-Des
Variabel	Floor	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00	08.00	16.00
E min (lux)	1	4.52	11	6.62	13	1.38	3.42	3.27	2.77
	2	4.15	10	6.06	12	2.18	5.43	3.19	6.21
	3	3.4	8.44	4.97	9.66	1.58	3.92	2.31	4.49
	4	2.98	7.41	4.36	8.48	1.27	3.16	1.86	3.61
E maks (lux)	1	893	2220	1306	2542	857	2130	2033	1725
	2	887	2205	1297	2524	867	2156	1269	2468
	3	881	2191	1289	2508	862	2142	1261	2452
	4	877	2181	1283	2496	858	2133	1255	2442
E avg (lux)	1	105	262	154	300	100	249	238	202
	2	103	257	151	294	103	257	151	294
	3	101	252	148	288	102	253	149	290
	4	100	248	146	284	101	250	147	286
u0	1	0.043	0.043	0.043	0.043	0.014	0.014	0.014	0.014
	2	0.04	0.04	0.04	0.04	0.021	0.021	0.021	0.021
	3	0.034	0.034	0.034	0.034	0.016	0.016	0.016	0.016
	4	0.03	0.03	0.03	0.03	0.013	0.013	0.013	0.013
D avg (%)	1	2.13	2.13	2.13	2.13	2.02	2.02	2.02	2.02
	2	2.08	2.08	2.08	2.08	2.09	2.09	2.09	2.09
	3	2.04	2.04	2.04	2.04	2.06	2.06	2.06	2.06
	4	2.02	2.02	2.02	2.02	2.03	2.03	2.03	2.03

Tabel 6. Rata-rata Iluminan Tertinggi and Tipe Unitnya

Tipe blok	Nama blok	Nama unit	Orientasi	E avg (lux)	Lantai	Tanggal	Waktu	DF (%)	Peringkat
Blok pendek	R	BBD 3	Barat Barat Laut	351	1	21 Des	4 pm	2,49	1
	R	TTL 4	Timur Timur Laut	346	2	21 Des	4 pm	2.46	2
	S	UBL 1	Utara Barat Laut	313	1	21 Des	4 pm	2.22	3
	S	ST 2	Selatan Tenggara	306	2	21 Des	4 pm	2.17	4
Blok panjang	N	BBD 5	Barat Barat Daya	300	1	21 Des	4 pm	2.13	5
	N	TTL 6	Timur Timur Laut	294	2	21 Des	4 pm	2.09	6

E avg = illuminant average; *DF* = daylight factor

Walaupun DF rata-rata pada semua unit berkisar dari 2,02 sampai dengan 2.49, namun terjadi ketidakmerataan pencahayaan pada unit hunian. Hal itu ditunjukkan dengan nilai *uniformity* yang rendah, hanya berkisar dari 0.013 sampai dengan 0.095.

Unit BBD 3 memiliki iluminan tertinggi sekaligus memiliki *uniformity* paling tinggi pula. Sebaliknya unit TTL 6 memiliki iluminan terendah sekaligus memiliki *uniformity* terendah pula. Hal itu menunjukkan bahwa konfigurasi ruang dalam berpengaruh terhadap iluminan dan *uniformity* pencahayaan alami. Lihat tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata Iluminan Tertinggi dan *uniformity*

Tipe Blok	Nama Blok	Nama Unit	E avg Teratas	<i>Uniformity</i> min	<i>Uniformity</i> maks
Blok pendek	R	BBD 3	351	0.076	0.095
	R	TTL 4	346	0.02	0.025
	S	UBL 1	313	0.029	0.048
	S	SST 2	306	0.035	0.052
Blok panjang	N	BBD 5	300	0.03	0.043
	N	TTL 6	294	0.013	0.021

Tabel 8. Rata-rata Iluminan Tertinggi dan Konfigurasi Ruang Dalam





Tipe Blok	Nama Blok	Nama Unit	E avg (lux)	Konfigurasi ruang dalam			
				Posisi Ruang Tidur	Posisi Ruang Keluarga/Duduk	Posisi Dapur	Posisi KamarMandi dan Toilet
Blok Pendek	R	BBD 3	351	Fasad <i>Inner Court</i> dan Fasad Luar	Fasad luar	Fasad <i>Inner Court</i>	Fasad <i>Inner Court</i>
	R	TTL 4	346				
	S	UBL 1	313				
	S	ST 2	306				
Blok Panjang	N	BBD 5	300	Fasad <i>Inner Court</i> dan Fasad Luar	Fasad <i>Inner Court</i>	Fasad luar	Outer façade
	N	TTL 6	294				

WWR blok pendek lebih besar daripada blok panjang, berkorelasi dengan iluminannya. Makin besar WWR makin besar pula rata-rata iluminannya. Pada tipe blok Pendek, tipe unit hunian yang sama memiliki iluminan yang berbeda pada setiap orientasinya. Paling tinggi adalah pada arah BBD, disusul oleh ST, TTL, dan UBL. Namun pada tipe konfigurasi dan WWR yang berbeda, orientasi BBD dan TTL hanya menempati urutan kelima dan keenam. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi ruang dalam dan WWR lebih berpengaruh terhadap iluminan. Lihat tabel 9.

Dalam hal ini dibutuhkan perhatian khususnya para perancang, agar selain memperhatikan blocking massa bangunan juga harus memperhatikan konfigurasi ruang dalam dan WWR fasad bangunan.

Dengan WWR *inner court* yang sama tapi dengan WWR fasad luar yang berbeda menyebabkan iluminan berbeda pula. Dengan orientasi yang sama namun, berkurangnya WWR 1,52 % dan konfigurasi yang berbeda menyebabkan menurunnya iluminan rata-rata sebanyak 51-52 lux. Lihat tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata Iluminan Tertinggi dan *Window to Wall Ratio* (WWR)

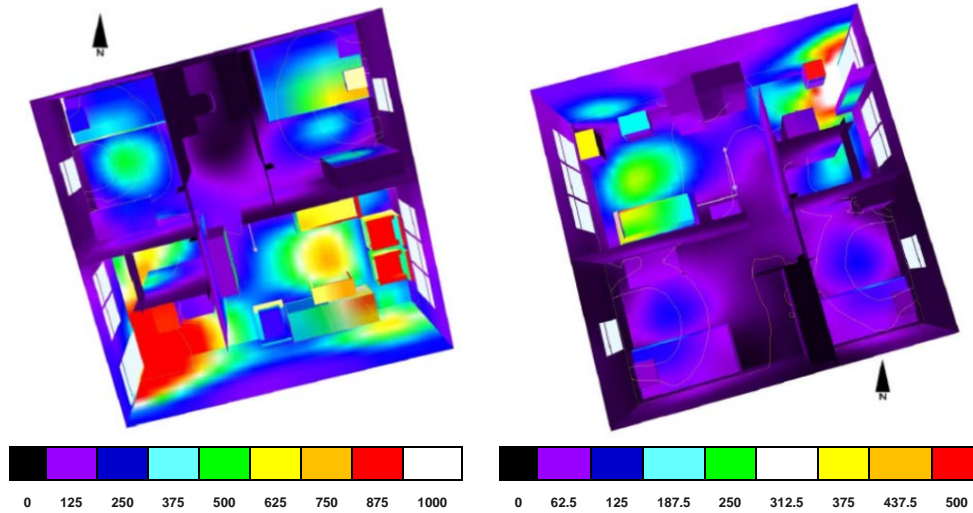
Nama Tipe	Nama Blok	Nama Unit	E avg (lux)	Fasad Luar	Fasad Inner Court	WWR luar (%)	WWR Inner court (%)
Blok Pendek	R	BBD 3	351			6.02	9.53
	R	TTL 4	346				
	S	UBL 1	313				
	S	ST 2	306				
Blok Panjang	N	BBD 5	300			4.50	9.53
	N	TTL 6	294				

E avg = illuminant average; *WWR* = window to wall ratio.

Secara teoretik, perbedaan posisi pintu dan jendela akan berakibat pada distribusi pencahayaan. Posisi yang berjarak dengan bukaan, terdistribusi lebih merata, dibanding dengan bukaan yang menerus. Namun, pada obyek studi ini, efek posisi pintu dan jendela lebih kecil dari pada efek konfigurasi ruang dalam. Tipe blok panjang memiliki bukaan pintu dan jendela dengan posisi yang menerus, sedangkan pada blok pendek terdapat jarak antara pintu dan jendela, namun iluminan pada blok panjang lebih rendah daripada tipe blok pendek. Semua ruang keluarga atau ruang duduk mempunyai iluminan yang lebih tinggi dibanding dengan ruang tidur.

Daerah pembayangan pada unit hunian pada UBL 1 dan BBD 3, adalah di antara 2 kamar tidur dan di ruang tidur itu sendiri, yang hanya mendapatkan sedikit pencahayaan alami (hanya sekitar 60 lux). Ruang dapur dan ruang keluarga/duduk memiliki pencahayaan yang cukup baik (hingga >500 lux). Unit ST 2, memiliki ruangan yang gelap pada daerah toilet.

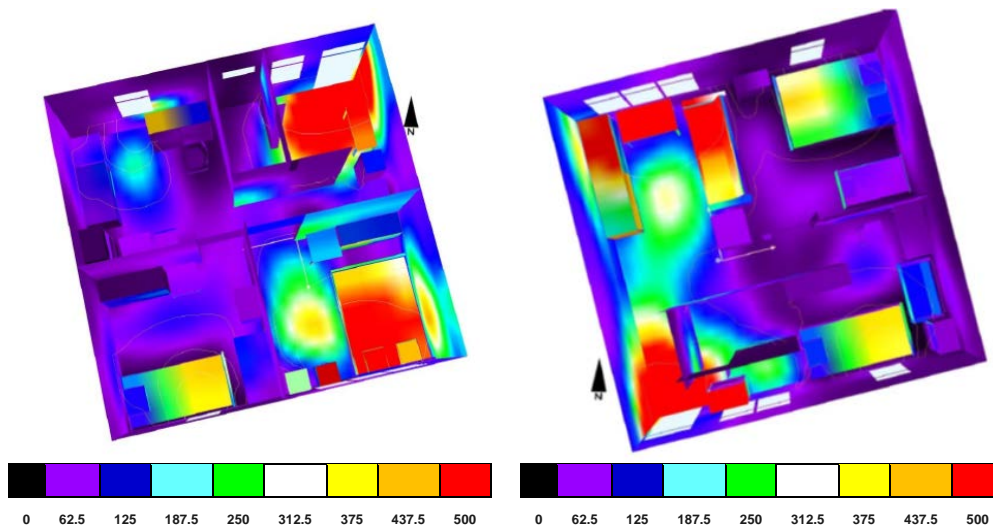
Pada unit TTL 4, terdapat area gelap karena peletakan partisi, yang membentuk ruang tambahan di antara ruang tidur. Pada unit BBD 5 dan TTL 6, daerah pembayangan dominan berada pada toilet, karena hanya memiliki lubang cahaya yang relatif kecil. Lihat gambar 22, 23, dan 24.



Blok R; Lantai: 1; Unit: BBD 3
 Orientasi fasad luar: Barat Barat Daya
 Tanggal/waktu: 21-Des/16 sore
 E avg: 351; DF 2,49 %; Peringkat: 1

Blok R; Lantai: 2; Unit: TTL 4
 Orientasi fasad luar: Timur Timur Laut
 Tanggal/waktu: 21-Des/16 sore
 E avg: 346; DF 2.46 %; Peringkat: 2

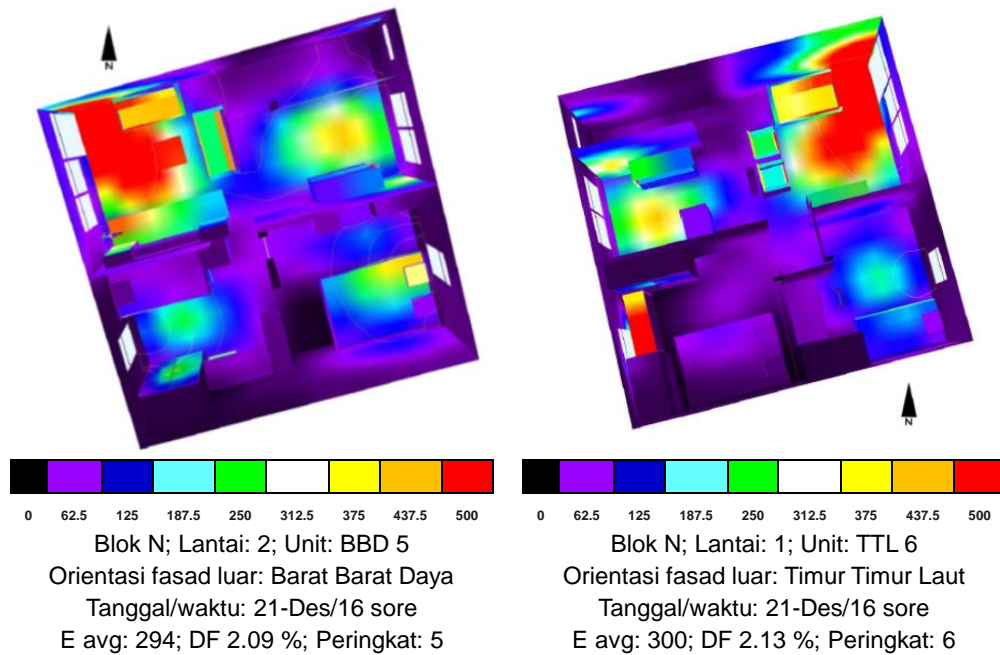
Gambar 22. Area Pembayangan pada Hunian di Unit BBD 3 dan TTL 4



Blok R; Lantai: 2; Unit: UBL 1
 Orientasi fasad luar: Utara Barat Laut
 Tanggal/waktu: 21-Des/16 sore
 E avg: 313; DF 2.22%; Peringkat: 3

Blok S; Lantai: 1; Unit: ST 2
 Orientasi fasad luar: Selatan Tenggara
 Tanggal/waktu: 21-Des/16 sore
 E avg: 306; DF 2.17 %; Peringkat: 4

Gambar 23. Area Pembayangan pada Hunian di Unit UBL 1 dan ST 2



Gambar 24. Area Pembayaran pada Hunian di Unit BBD 5 and TTL 6

Perbandingan antara potensi pencahayaan alami berdasarkan simulasi komputer dengan Standar Nasional Indonesia untuk pencahayaan alami menunjukkan bahwa beberapa bagian ruangan memenuhi persyaratan, bagian lainnya ada yang tidak cukup cahaya alami, dan beberapa bagian melebihi persyaratan minimum. Iluminan di ruang keluarga dan ruang makan memenuhi persyaratan. Pada ruang tidur, iluminan di beberapa bagian lebih rendah dan beberapa bagian melebihi persyaratan. Kamar mandi dan toilet tidak memiliki cukup cahaya alami, hanya mencapai setengah dari standar. Pada ruang dapur, iluminan di beberapa bagian pencahayaannya memenuhi persyaratan, di beberapa bagian tidak memenuhi persyaratan. Ketidakcukukupan pencahayaan alami pada unit hunian menyebabkan penghuninya menggunakan cahaya buatan yang berarti tidak efisien dalam penggunaan energi. Lihat tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan antara Potensi Pencahayaan Alami dengan Standar

Fungsi Ruang	Syarat Lux	Hasil simulasi	Keterangan
Ruang Tamu	120 - 150	>500	Memenuhi persyaratan, di beberapa bagian melebihi persyaratan
Ruang Makan	120 - 250		
Ruang Kerja	120 - 250		
Kamar Tidur	120 - 250	60-375	Pada beberapa bagian kurang, pada beberapa bagian melebihi persyaratan
Kamar Mandi	250	60-125	Tidak memenuhi syarat
Dapur	250	125-250	Pada beberapa bagian memenuhi syarat. Pada beberapa bagian tidak memenuhi persyaratan

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konfigurasi fisik-spatial elemen arsitektural memiliki pengaruh terhadap potensi pencahayaan alami. Tipe unit hunian; konfigurasi ruang dalam; dan *window to wall ratio* bersama-sama berpengaruh terhadap pencahayaan dan distribusi cahayanya.

Pada kasus penelitian ini, unit hunian pada tipe blok pendek lebih direkomendasikan daripada unit di blok panjang untuk pencahayaan alami yang lebih baik, terkait dengan konfigurasi ruang dalam dan *window to wall ratio*.

Orientasi dan posisi lantai juga berpengaruh terhadap pencahayaan pada unit hunian, walaupun lebih sedikit dibanding faktor konfigurasi ruang dalam dan *window to wall ratio*. Pada unit hunian di tipe yang sama, orientasi fasad luar yang memberikan pencahayaan tertinggi pada arah barat barat daya. Studi ini menggarisbawahi pula bahwa semakin besar WWR, semakin besar pula potensi pencahayaan alami. Oleh karena itu membuat optimasi WWR penting untuk dilakukan.

Area pembayangan terjadi pada unit hunian di ruang yang penting, seperti kamar mandi dan dapur. Hal itu menyebabkan penghuni menggunakan pencahayaan buatan pada siang hari, yang berarti mengurangi efisiensi dalam penggunaan energi. Menggunakan pantulan cahaya prisma juga penting dipertimbangkan untuk diterapkan, dalam rangka mengoptimalkan distribusi dan penyebaran pencahayaan yang lebih merata.

Hal yang sangat penting dari temuan penelitian ini adalah optimasi konfigurasi ruang dalam. Merancang suatu konfigurasi ruang dalam yang baik dan tepat pada hari ini akan memberikan kontribusi penggunaan energi yang lebih efisien di masa depan. Kesadaran tentang hal yang terkait dengan hasil penelitian ini adalah sangat penting bagi pihak-pihak yang terlibat, khususnya dalam pembangunan hunian vertikal untuk kualitas hidup yang lebih baik dimasa depan di kawasan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.Z.** (2002). Daylighting as a Passive Solar Design Strategy in Tropical Buildings: a Case Study of Malaysia. *Energy Conversion and Management*, 43, 1725-1736.
- Badan Standardisasi Nasional**, SNI 03-6197-2000, *Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan Tingkat Pencahayaan Rata-Rata yang Direkomendasikan*, 3.
- Badan Standardisasi Nasional**, SNI 03-6197-2000. *Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung*.
- DeCicco, John** et al. (1994). *Energy Conservation in Multifamily Housing: Review and Recommendations for Retrofit Programs*. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory. [Online] Available: http://epb.lbl.gov/homepages/Rick_Diamond/Multifamily_aceee_94.pdf. (June 29, 2009).
- Diamond, Richard C.** (1996). *Ventilation and Infiltration in High-Rise Apartment Buildings*. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory. [Online] Available: http://epb.lbl.gov/homepages/Rick_Diamond/index.html. (June 29, 2009).
- Giovanardi, Alessia. et al. (2009). *Comfort Analysis of a Passive House in Different Locations in Italy*. WORKING EURAC Research.GROUP XX, Frankfurt 2009. Italy: Università Degli Trento.
- Givoni, Baruch** (1976). *Man, Climate and Architecture*. London: Applied Science Publishers.
- Gunawan, Irena V.** (1993). *Analisa Kenyamanan Thermal pada Rumah Susun di Sarijadi*. Thesis of Architecture, Parahyangan Catholic University. Unpublished. [Online] Available: <http://library.unpar.ac.id/dscgi/ds.py/ViewProps/File-22558.05>. (August 05, 2009).
- Handayani, Desy Tri.** (2006). *Pengaruh Kenyamanan Psikologis terhadap Pemilihan Unit Apartemen*. Obyek studi: Apartemen Majesty.
- Lam, J.C. and Li, D.H.W.** (1996). Study of Solar Radiation Data Significant Energy and Environmental Implications for Hong Kong. *Energy Conversion and Management*, 37, 343-351.
- Li, D.H.W. and Lam, J.C. and Wong, S.L.** (2002). Day lighting and Its Implications to Overall Thermal Transfer Value (OTTV) Determinations, *Energy*, 27, 991-1008.
- Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia** (2002). Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah, Nomor: 403/Kpts/M/2002 tentang *Pedoman Teknik Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (Rs Sehat)*, 7.
- Nikpour, Mansour** et al (2011). Investigating the Effectiveness of Self-Shading Strategy on Overall Thermal Transfer Value and Window Size in High Rise Buildings, *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 3:2 2011, 111-116.
- Nikpour, Mansour** et al (2011). Study of the Effectiveness of Solar Heat Gain and Day light Factors on Minimizing Electricity Use in High-rise Buildings, *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 73, 73-77.
- Nishio, K and Asano, H.** (2006). Development of the Residential Energy Demand Generator Reflecting the Household Diversity. *Report of Central Research Institute of Electric Power Industry*, Report Y05008 (2006-04), 1-32. In Fong, Wee-Kean; Matsumoto, Hiroshi; Lun, Yu-Fat; and Kimura, Ryushi. (2007). Influences of Indirect Lifestyle Aspects and Climate on Household Energy Consumption. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 6,2. November 2007. [Online] Available: http://gcs.jstage.jst.go.jp/article/jaabe/7/2/7_403/_article. (June 29, 2009).
- Pribadi, Septana Bagus** (2001). *Optimasi Konfigurasi Bangunan dalam Perencanaan Rumah Susun untuk Menunjang Kinerja Modul Photovoltaics Studi Kasus: Perencanaan Rumah Susun di Kota Bandung*. Thesis Master Arsitektur, Institut Teknologi Bandung. Unpublished. [Online] Available: <http://digilib.bi.itb.ac.id/go.php?id=jbptitbpp-gdl-s2-2001-septana-1102-fosil>. (July 07, 2009).

- Rahman, Abdullah** (1993). *Evaluasi Desain Buka Dinding pada Rumah Susun Sarijadi Bandung berdasarkan Studi Kondisi Termal dalam Ruang*. Thesis (Master). Jurusan Arsitektur. Institut Teknologi Bandung. [Online] Available: <http://digilib.gunadarma.ac.id/go.php?id=jbptitbpp-gdl-s2>. (June 29, 2009).
- Sidin, Fashbir HM Noor**. (1999). *Keselesaian Bermukim di Flat: Kajian Kes Persepsi Masyarakat terhadap Rumah Susun Sukarama, Medan, Indonesia*. Thesis (Ph.D.), Jabatan Antropologi dan Sosiologi, Fakulti Sastera dan Sains Sosial, Universiti Malaya. Unpublished. [Online] Available: 20terhadap%20Rumah%20Susun%20Sukaramai,%20Medan,%20Indonesia%20%7B245%7D. 15 Jul 2009.
- Suriansyah, Yasmin**. (2009). *Pola Pemanfaatan Ruang (PPR) pada Perumahan Massal Vertikal (PMV) sebagai Refleksi Gaya Hidup (GH) Penghuninya*. Disertation. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Suriansyah, Yasmin**. (2011). Kualitas Pencahayaan Alami pada Enam Rumah Susun di Bandung, Cimahi, Soreang, dan Baleendah. Presentasi pada *Seminar Nasional dan Pameran Kebijakan dan Strategi Pengadaan Perumahan Berkelanjutan di Indonesia*. Bandung 22-23 November 2011.
- Suriansyah, Yasmin**. (2012). *Konfigurasi Elemen Fisik Spatial di Rumah Susun Dukuh Semar Cirebon*. Bandung: LPPM Universitas Katolik Parahyangan.
- Tanaka, A. and Nagasawa, A.** (2006). Analysis of the Influences of Family Pattern and Location on Household Energy Consumption. *Energy Economics*. 32 , 2, 60-76. (in Japanese). In Fong, Wee-Kean; Matsumoto, Hiroshi; Lun, Yu-Fat; and Kimura, Ryushi.(2007). Influences of Indirect Lifestyle Aspects and Climate on Household Energy Consumption. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*. 6, 2. November 2007. [Online] Available: http://gcs.jstage.jst.go.jp/article/jaabe/7/2/7_403/_article. (June 29, 2009).

Lampiran: Contoh Analisis Simulasi *Daylighting*