

Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal pada Rumah Susun Leuwigajah Cimahi

WIDJI INDAHING TYAS, FAIRUZ NABI LAH, ANNI SA PUSPITA, SUCI INDAH SYAFITRI.

Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional

Email:wit@itenas.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan rumah susun di kota-kota besar seperti di Kota Bandung terus berkembang seiring dengan meningkatnya tingkat hunian untuk penduduk Kota Bandung. Rumah Susun Leuwigajah merupakan rumah susun skala kecil dimana kenyamanan didalamnya didasarkan pada kenyamanan tiap unit kamar. Penelitian ini bertujuan untuk melihat dan menganalisa bangunan rumah susun dari aspek kenyamanan thermal nya. Kajian objek studi kasus yang akan dianalisis adalah Rusunawa Leuwigajah Cimahi, karena bangunan tersebut masih baru dan belum lama beroperasi, mengingat proyek rumah susun tersebut merupakan salah satu usaha pemerintah Kota Cimahi dalam rangka penataan kawasan kumuh dengan menciptakan sebuah tempat tinggal yang baik dari segi estetika. Metoda yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi lapangan dan wawancara pada penghuni serta menganalisis menggunakan software Ecotect untuk pencahayaan alami. Selain itu untuk mendapat pengetahuan arsitektural bahwa dalam merancang bangunan tidak hanya aspek estetika saja yang diperhatikan, tetapi aspek kenyamanan juga menjadi acuan dari perancangan sebuah rumah susun sebagai tempat tinggal yang nyaman untuk ditinggali.

Kata Kunci: rumah susun, kenyamanan thermal

ABSTRACT

The need of a public housing in a large city such as Bandung kept developed as the increase of the inhabitant of Bandung. Leuwigajah public housing is a small-scale public housing where the pleasures inside are based on the pleasure of each units. The purpose of this research is to analized the building from the thermal condition. The object of this research is leuwigajah public housing, because it is a newly build and it is newly operated, remembering that the building is a Cimahi Government project in order to arranging the low area of this city with build a nice and neat housing. The methods used are direct observation, interviewing the residents and using Ecotect software tpo analized the lighting inside the buiding. In order to gain an architectural knowledge, to build a building, not just an aecthetic is important, but also a thermal condition, for make a better housing to live.

Keywords: public housing, thermal condition

1. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan penduduk kota Cimahi yang terus bertambah dan lahan yang cukup sempit, memberikan dampak pada kebutuhan tempat tinggal bagi masyarakat. Salah satu cara untuk mengantisipasi permasalahan tersebut yaitu dengan didirikannya rumah susun yang dapat membantu kebutuhan masyarakat akan tempat tinggal.

Sejauh ini banyak terdapat rumah susun di kotakota besar, namun tidak sedikit juga yang masih belum memenuhi aspek kenyamanan dan keamanan. Banyak sekali kajian yang memuat tentang aspek-aspek yang masih belum memenuhi standar. Perancangan rumah susun seharusnya tidak terpaku pada aspek estetis saja, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek kenyamanannya.

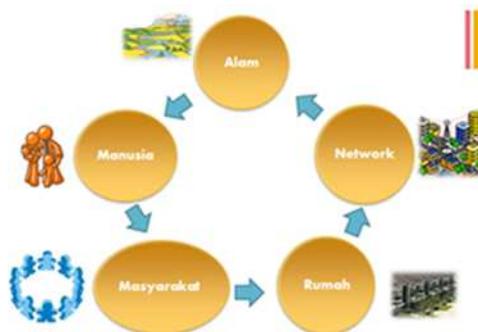
Meskipun dapat dikatakan pembangunan rumah susun di kota cukup banyak, tetapi yang akan dikaji yaitu Rusunawa Leuwigajah yang terletak di Jl. Kihapit kota Cimahi . Latar belakang pemilihan rumah susun yang akan dikaji karena bangunan ini dapat dikatakan sebagai bangunan yang dirancang mengikuti perkembangan arsitektur masa kini, tetapi dibangun dikawasan kumuh sehingga penulis tertarik untuk mengkaji bangunan tersebut.

1.1. Rumah Susun

Rumah Susun diartikan sebagai bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional dalam arah horisontal maupun vertikal dan merupakan satuansatuan yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi dengan bagian bersama, benda bersama dan tanah bersama.(UU No.16 tahun 1985 tentang rumah susun)

a. Elemen Rumah susun

Permukiman terbentuk atas kesatuan antara manusia dan lingkungan sekitarnya. Permukiman merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa elemen yaitu alam, manusia, masyarakat, bangunan/rumah, dan network.(Suparno Sastra M. dan Endi Marlina, Perencanaan dan Pengembangan Perumahan, 2006:39)



Gambar 1.1 Elemen rumah susun (Sumber : Analisis kelompok)

b. Bagian – Bagian Rumah Susun

Berdasarkan pengertian rumah susun, maka rumah susun terbagi menjadi, satuan yang dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah (Satuan Rumah Susun / Sarusun), bagian bersama, benda bersama, dan tanah bersama

c. Jenis Rumah Susun

Berdasarkan jenis nya rumah susun terdiri dari 2 jenis, yaitu Rumah Susun Umum dan Rumah Susun Khusus. Contoh rumah susun umum : rusunami (rumah susun sederhana milik) dan rusunawa (rumah susun sederhana sewa), rumah susun khusus, rumah susun hunian, rumah susun bukan hunian, dan rumah susun campuran.

1.2. Kenyamanan Termal

Agar mampu mempertahankan keadaan fisik/ kesehatan dan daya kerjanya, lingkungan buatan harus mampu memberikan kenyamanan tertentu yang berkaitan dengan iklim dan kalor (kenyamanan Thermal). Secara lebih terperinci kenyamanan thermal berhubungan dengan suhu (penghawaan alami), kelembaban, pergerakan udara dan radiasi matahari (pencahayaan alami). (Snyder & Catanese; 1980)

Berdasarkan objek yang dikaji berupa bangunan rumah susun, maka penjelasan mengenai kenyamanan thermal akan dibatasi hanya suhu (penghawaan alami) dan radiasi matahari (pencahayaan alami), karena hal ini yang sangat berkaitan dengan objek yang dikaji yaitu rumah susun dan tema perancangan arsitektur.

a. Pencahayaan Alami

Cahaya alami yang masuk ke dalam bangunan berasal dari sinar matahari. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, matahari ialah titik pusat tata surya berupa bola berisi gas yang mendatangkan terang dan panas pada bumi di siang hari. Indonesia yang berada di 6°LU - 11°LS mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun, karena beberapa kota di Indonesia dilalui garis ekuator. Sinar matahari sepanjang tahun inilah yang harus disiasati agar terciptanya kenyamanan termal di dalam bangunan. Kebutuhan standar minimum cahaya alam yang memenuhi syarat kesehatan untuk berbagai keperluan menurut WHO dimana salah satunya adalah untuk kamar keluarga dan tidur dalam rumah adalah 60 – 120 Lux.

b. Penghawaan Alami

Penghawaan yang terjadi di sekitar kita diperoleh karena adanya angin. Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah.(wikipedia). Untuk memberikan kenyamanan udara di dalam bangunan tentu harus memanfaatkan sumber penghawaan alami yaitu angin. Agar menciptakan sirkulasi udara yang baik dalam bangunan bisa menerapkan beberapa teknik penghawaan, yaitu dengan membuat bukaan pada fasad bangunan, membuat bukaan pada atap bangunan, memilih material yang tepat dan menanam vegetasi di sekitar bangunan. Teknik bukaan yang baik pada bangunan adalah sistem cross ventilation, dimana bukaan ditempatkan berhadapan pada dinding ruangan agar sirkulasi udara tetap lancar. Suhu udara yang dinilai nyaman untuk rumah tinggal adalah 22-30 derajat Celcius.

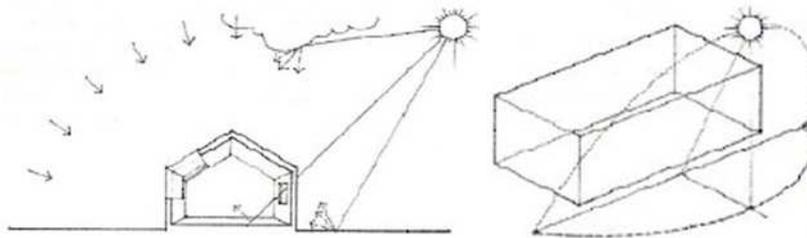
1.3. Orientasi Tataan Massa Bangunan Terkait Aspek Kenyamanan Termal

Dalam buku “Arsitektur : Bentuk, Ruang dan Tataan” edisi ketiga karya Francis D.K Ching, tataan massa terbentuk atas beberapa pola. Pola– pola tersebut yaitu pola terpusat, pola grid, pola linear, pola cluster dan pola radial.

a. Orientasi bangunan terkait pencahayaan alami

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. Sedangkan arah barat sebagai arah terbenamnya matahari memancarkan panasnya secara maksimal pada jam 13.00– 15.00. Matahari memberikan radiasi yang berpengaruh terhadap bangunan. Matahari juga dapat menimbulkan gangguan dari panas dan silau cahayanya (Wijaya, 1988).

Orientasi bangunan yang paling optimum di semua daerah iklim adalah memanjang dari arah timur ke barat dan untuk daerah tropis lembab proporsi yang optimum antara lebar dan panjang adalah 1:1,7 dan proporsi yang bagus adalah 1:3. Orientasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah orientasi dalam kaitannya dengan posisi bukaan bangunan dimana posisi luar bukaan akan mempengaruhi jumlah radiasi sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan. Hal ini berarti bahwa luas dan posisi bukaan akan mempengaruhi kemampuan bangunan dalam menahan panas. (Wijaya, 1988)

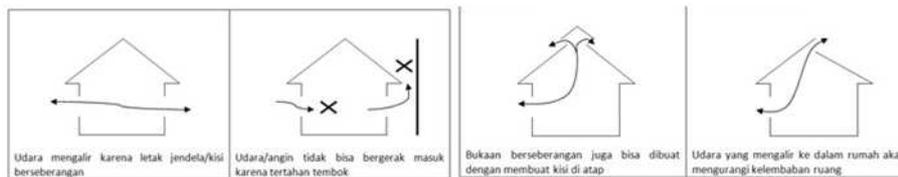


Gambar1.2 Perbandingan bangunan terkait orientasi terhadap matahari.
(Sumber: arsitektur.blogspot.com 22 November 2014)

b. Orientasi bangunan terkait penghawaan alami

Bentuk dan tataan massa pada site mempengaruhi sirkulasi angin yang masuk ke bangunan. Angin biasanya berhembus dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah. Hal tersebut akan berpengaruh terhadap posisi letak bangunan pada site, terkait sirkulasi angin pada site.

Orientasi bangunan terhadap arah angin perlu diperhatikan, hal tersebut bertujuan untuk menjaga kestabilan sirkulasi angin pada bangunan. Arah angin sangat berpengaruh pada orientasi bangunan. Jika di daerah lembab diperlukan sirkulasi udara terus menerus, di daerah kering biasanya sirkulasi udara dimanfaatkan saat dibutuhkan saja misalnya pada saat dingin atau pada saat malam hari. Oleh karena itu, di daerah tropis/lembab, dinding-dinding luar bangunan biasanya dibuka untuk kelancaran penghawaan ke dalam bangunan. (Francis D.K. Ching. Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tataan, 1996)



Gambar1.3 Penghawaan Alami hunian
(Sumber: google 22 November 2014)

1.4. Fasad Bangunan

Fasad bangunan yang baik agar mendapat pencahayaan yang cukup adalah menghadap utara atau selatan, bukaan yang ada pada fasad pun menghadap utara atau selatan dan tidak terpapar sinar matahari terlalu banyak. Membuat ventilasi yang cukup pada bangunan, membuat bukaan rumah seperti jendela, pintu, dan lubang udara dengan memperhatikan ukuran dan letak. Sebaiknya jendela berukuran besar dan mengikuti aliran udara. Sebaiknya bukaan tidak menghadap langsung ke arah matahari, lebih tepat berada disisi utara dan selatan sehingga sirkulasi lancar. (majalah idea edisi 63/VI/2009).

1.5. Bukaan Pada Atap dan Jendela

Sebuah bangunan pasti tidak akan lepas dari jendela atau ventilasi. Cahaya matahari akan lebih banyak masuk melalui bukaan/jendela pada fasad bangunan. Untuk bangunan di daerah tropis seperti Indonesia, keberadaan jendela baik dari segi ukuran, jumlah, dan penempatan harus direncanakan dengan baik. Luas bukaan sebaiknya berkisar antara 15% 20% dari luas lantai ruangan. Bukaan ini bisa berupa jendela dan kaca mati. (majalah idea edisi 63/VI/2009)

Pencahayaan melalui jendela sangat dipengaruhi oleh ukuran, karena berdasarkan logika, semakin besar jendela semakin banyak sinar matahari yang masuk. Namun seringkali sinar matahari masuk secara berlebihan melalui jendela yang menyebabkan udara dalam ruangan menjadi panas. Untuk mengurangi sinar matahari yang berlebihan, bisa menggunakan sirip penangkal sinar matahari (SPSM) pada bangunan. (majalah idea edisi 63/VI/2009)

Cara lain agar mendapatkan pencahayaan alami pada bangunan adalah dengan memasukkan cahaya melalui atap bangunan, yaitu melalui pencahayaan atap (top lighting). Top lighting beroperasi seperti pencahayaan lampu listrik yang memancarkan cahaya secara langsung dengan arah cahaya ke bawah. Pencahayaan top lighting merupakan bentuk termudah pencahayaan matahari dan secara relatif tidak terpengaruh oleh orientasi tapak dan bangunan sekitarnya.

2. METODOLOGI

Dalam melakukan analisis studi kasus Rusunawa Leuwigajah inidigunakan metoda penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif ini secara spesifik lebih diarahkan pada penggunaan metode studi kasus. Dalam kasus ini, metoda kualitatif digunakan untuk menghasilkan data berupa data tertulis dari berbagai Sumber melalui beberapa metoda penelitian. Penggunaan metoda kuantitatif dalam penelitian ini adalah analisis pencahayaan melalui software Ecotect.

Metoda penelitian yang dilakukan yaitu pengumpulan data dengan cara interview (wawancara), observasi, dokumentasi dan perhitungan lux. Interview dilakukan agar mendapatkan informasi yang valid langsung dari Sumber. Observasi atau tinjauan langsung ke lapangan agar mengetahui kondisi keadaan rumah susun Leuwigajah secara langsung. Dokumentasi dilakukan sebagai bukti tertulis dan lampiran mengenai segala aspek yang berkaitan dengan bangunan rumah susun Leuwigajah – Cimahi. Perhitungan lux menggunakan software ecotect untuk mengetahui intensitas cahaya yang masuk pada setiap gubahan massa bangunan.

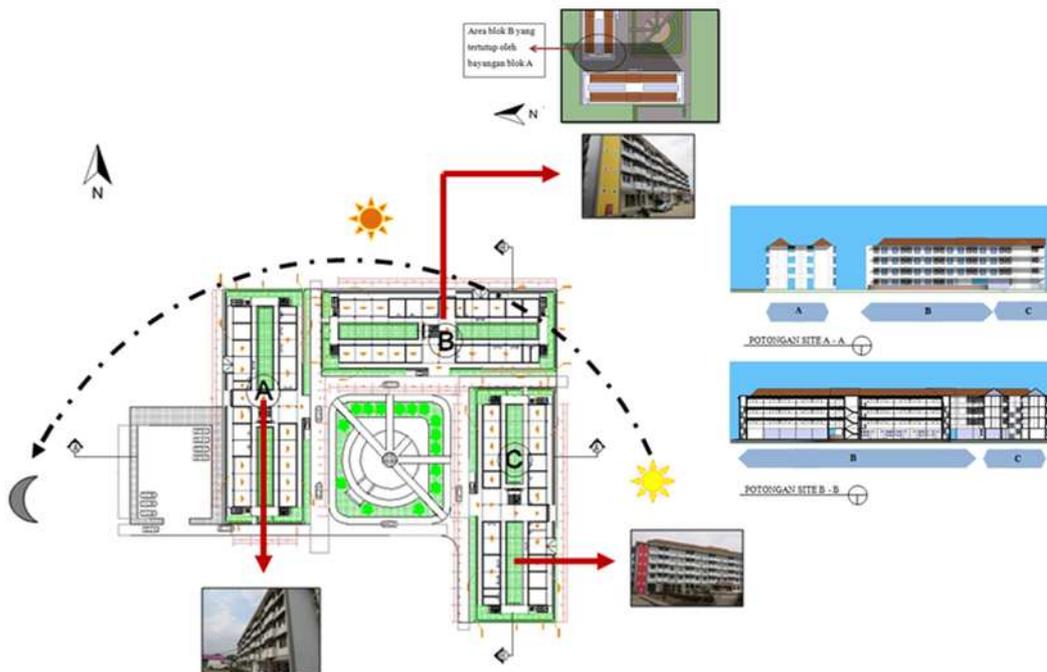
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pola Tatanan Massa Pada Site

Pola tatanan massa pada site sangat berpengaruh untuk kelancaran penghawaan dan untuk mendapatkan sinar matahari yang cukup. Untuk site dengan bangunan multimassa sangat perlu pengaturan letak massa bangunan tersebut, dengan tujuan efisiensi lahan, estetika pada lahan, serta kenyamanan yang akan dinikmati oleh pengguna bangunanbangunan tersebut. Pada kasus ini yang akan dibahas adalah pengaruh tata letak massa terhadap aspek kenyamanan termal diantaranya pengcahayaan alami dan penghawaan alami.

a. Pola Tatanan Massa Terhadap Pencahayaan Alami

Pada Rusunawa Leuwigajah terdapat dua blok yang berorientasi arah utaraselatan dengan fasad menghadap timur-barat yang berarti bangunan tersebut terpapar sinar matahari paling banyak saat pagi dan sore hari. Matahari melintās dari arah timur ke barat, mulai dari fajar hingga terbenamnya matahari. Yaitu sekitar pukul 05.00 – 18.00 WIB. Di daerah rumah susun Leuwigajah Cimahi mata hari tepat berada di atas sekitar pukul 12.00– 14.00 WIB dengan matahari paling menyengat sekitar pukul 10.00 – 15.00 WIB.

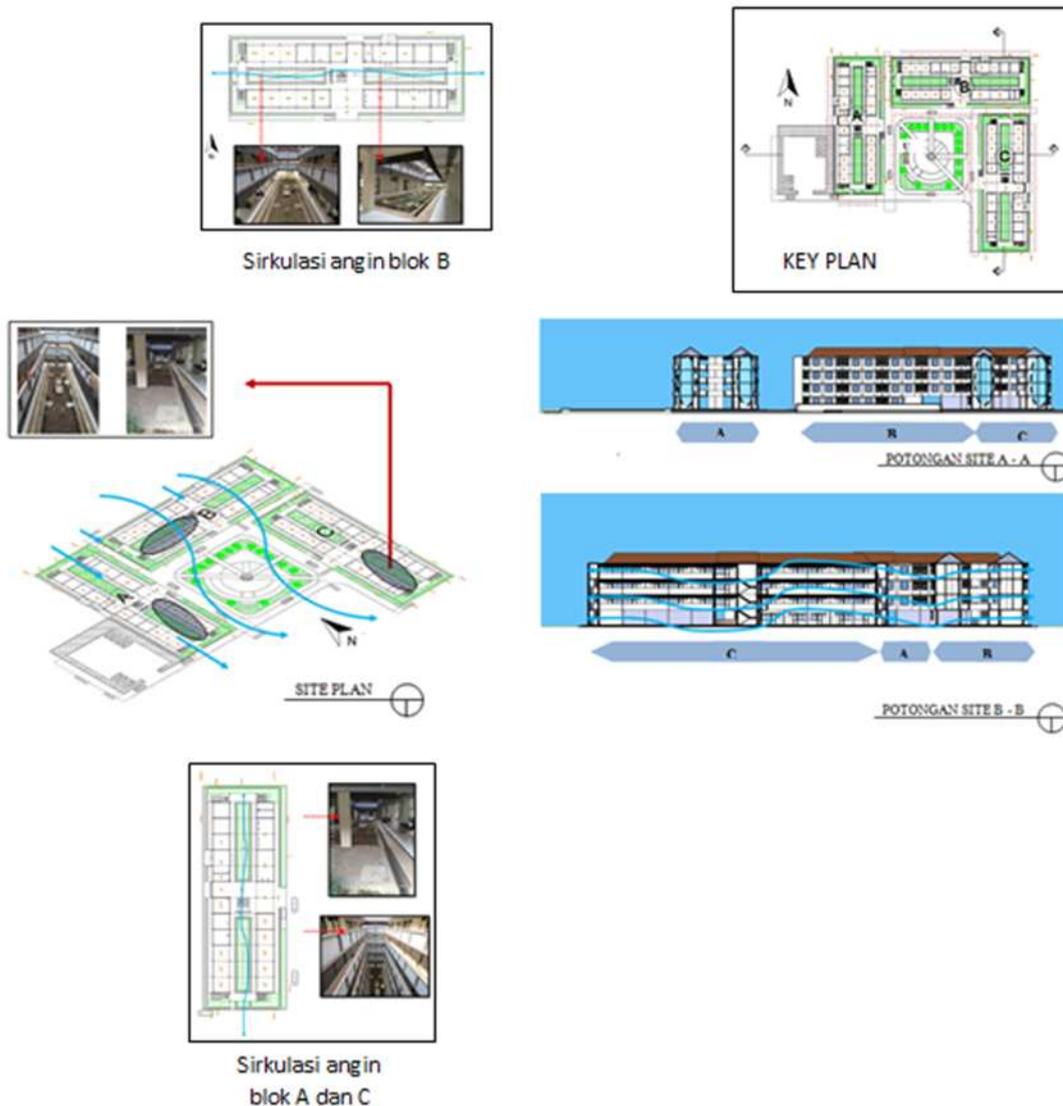


Gambar 3.1 Alur matahari pada site Rusunawa Leuwigajah (Sumber : Analisa kelompok)

Sinar matahari yang masuk membuat suhu udara yang ada di blok A terasa lebih hangat dari pada blok B yang terhalang oleh bayangan blok A. Blok B yang menghadap utara-selatan memiliki udara yang lebih sejuk karena tidak banyak terpapar sinar matahari, namun bangunan tersebut juga mendapatkan sinar matahari yang cukup untuk ruangan didalamnya. Blok A dan C terpapar sinar matahari yang berlebih sehingga kurang baik untuk pencahayaan di ruang dalam bangunan. Sedangkan Blok B yang berorientasi barattimur mendapat sinar matahari yang cukup, cahaya matahari yang masuk ke ruang dalam bangunan tidak berlebih.

b. Pola Tataan Massa Terhadap Penghawaan Alami

Pada blok A dan blok C, arah angin bergerak memanjang mengikuti bentuk bangunan yang memanjang ke arah utara-selatan. Angin yang masuk melalui bukaan depan lebih sedikit daripada angin yang masuk melalui bukaan pada blok B. Namun pada void blok A dan C sirkulasi angin lebih banyak karena mengikuti bentuk void yang juga memanjang. Pada selasar antar bangunan, sirkulasi angin sangat lancar sehingga suhunya sangat sejuk, karena selasar merupakan jalur untuk dilewati angin selain untuk penghubung bangunan



Gambar 3.2 Penghawaan pada Rusunawa Leuwigajah (Sumber : Analisa Kelompok)

Jika dilihat dari potongan site B- B, blok B memiliki sirkulasi angin yang baik, angin mengalir melalui jendela yang terdapat pada unit hunian, kemudian keluar menuju koridor dan void dan keluar kembali menuju bukaan di arah yang berlawanan. Area yang dilingkari merupakan area sumber angin yang lain selain jendela, yaitu void. Jumlah udara terbesar bisa didapat dari void ini karena lubang bukaan void lebih besar daripada lubang bukaan pada jendela.

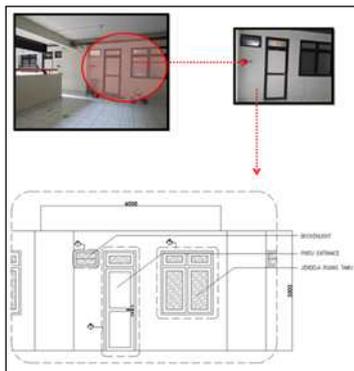
3.2. Fasad Bangunan terhadap Pencahayaan dan Penghawaan Alami

Agar paparan sinar matahari dan aliran udara tetap memberikan efek sejuk pada bangunan, tentunya tidak terlepas dari pengolahan fasad pada bangunan tersebut, karena fasad bangunan berarti berkaitan dengan bukaan jendela, bukaan atap, dan lainlain.

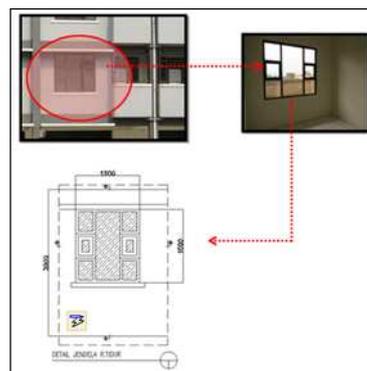
Pada fasad bangunan Rusunawa ini terdapat jendela untuk pencahayaan alami dalam bangunan. Kemudian di tengah bangunan terdapat innercourt yang berfungsi sebagai pencahayaan alami di koridor, sehingga sinar matahari yang cukup diperoleh dari jendela dan juga innercourt di tengah bangunan.

Bukaan pada fasad bangunan yang berupa jendela juga berfungsi sebagai penyalur udara ke dalam bangunan. Bila bukaan/jendela dibuat pada bidang yang sejajar dengan arah angin di daerah rumah susun tersebut, maka olakan angin yang terjadi saat melewati ruangan dalam bangunan, akan menghasilkan kenyamanan thermal yang baik akibat dari pergantian udara panas dan dingin yang dihasilkan.

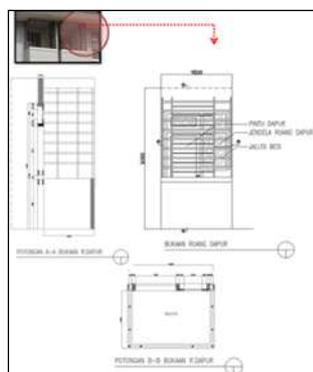
Bukaan yang terdapat pada rumah susun leuwigajah cimahi



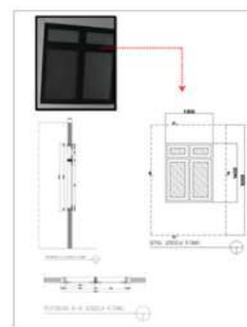
Bukaan pada mainentrance



Bukaan pada K. Tidur



Bukaan pada R. Dapur



Bukaan pada R. Tamu



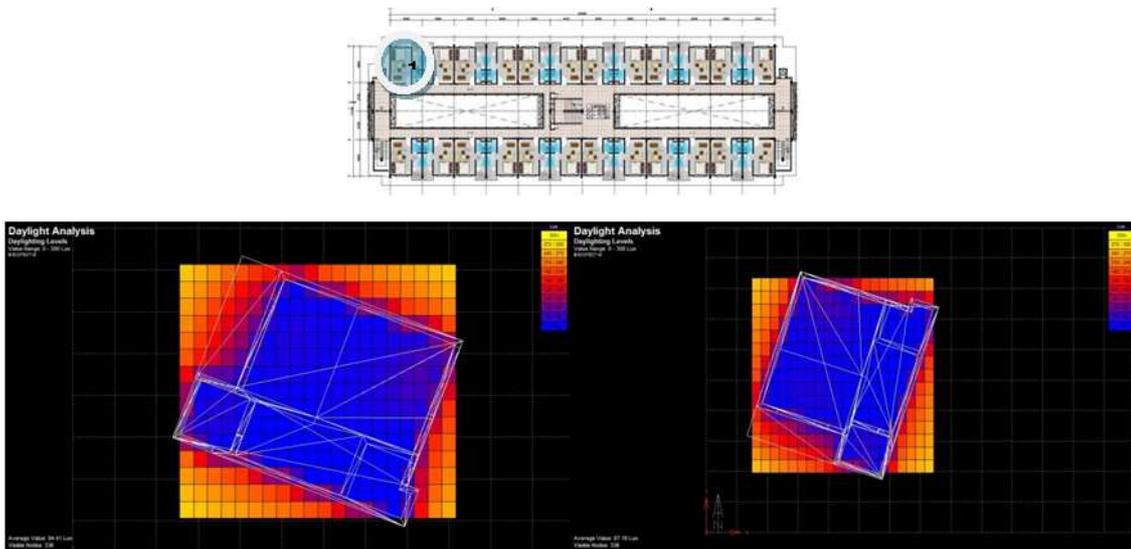
Bukaan pada K. Mandi

Gambar 3.4 Bukaan pada rumah susun Leuwigajah Cimahi (Sumber : Analisis kelompok)

Dengan memperoleh data dari jumlah dan luas bukaan yang terdapat di unit hunian maka, dapat dihitung dengan menggunakan software ecotect untuk mendapatkan hasil intensitas cahaya yang masuk kedalam tiap unit hunian.

a. Analisis Bukaan Atap dan Jendela terhadap Pencahayaan Alami

Setelah dianalisis menggunakan software ecotect, pencahayaan untuk satu unit pada blok A dan C rata-rata 94,41 lux sedangkan untuk satu unit blok B pencahayaan rata-rata 87,1 lux. Keduanya telah memenuhi standar pencahayaan untuk rumah tinggal.

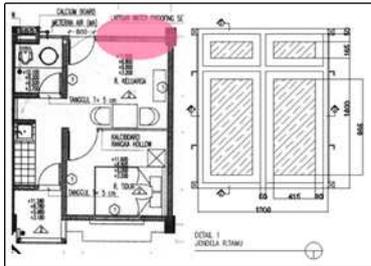


Gambar 3.5 Hasil analisa menggunakan software Ecotect. Kiri: satu unit blok A dan C. Kanan: satu unit blok B (Sumber: dokumen pribadi)

b. Analisis Bukaan Atap dan Jendela terhadap Penghawaan Alami

Telah dibahas sebelumnya standar gabungan bukaan untuk hunian adalah minimal 10%. Pada unit rusunawa Leuwigajah, bukaan terdapat di setiap ruangan dengan dimensi jendela yang berbeda-beda. Untuk mengetahui persentase bukaan pada unit tersebut, maka dilakukan perhitungan.

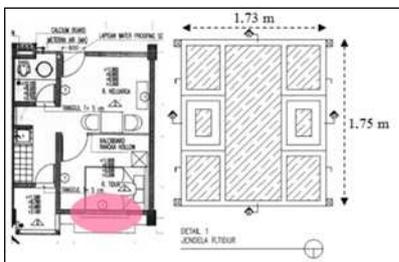
Jendela dan Bouvenlight Ruang Tamu : total luas bukaan: $2,35 \text{ m}^2 + 0,4 \text{ m}^2 = 2,75 \text{ m}^2$ luas lantai R. Tamu: $2,82 \text{ m} \times 2,47 \text{ m} = 6,96 \text{ m}^2$ persentase: $2,75 \text{ m}^2 / 6,96 \text{ m}^2 \times 100\% = 39,5 \%$.



Gambar 3.6 Jendela dan Bouvenlight Ruang Tamu

Jika dibandingkan dengan standar bukaan minimal 10%, maka bukaan pada ruang tamu telah memenuhi standar dengan 39,5 %.

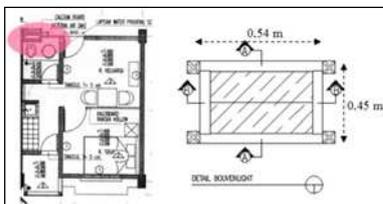
Jendela Kamar Tidur : luas jendela: $1,73 \text{ m} \times 1,75 \text{ m} = 3,02 \text{ m}^2$ luas lantai K. Tidur: $2,82 \text{ m} \times 1,88 \text{ m} = 5,3 \text{ m}^2$ persentase: $3,02 \text{ m}^2 / 5,3 \text{ m}^2 \times 100\% = 56,9 \%$



Gambar 3.7 Jendela kamar tidur

Jika dibandingkan dengan standar bukaan minimal 10%, maka bukaan pada ruang tamu telah memenuhi standar dengan 56,9 %.

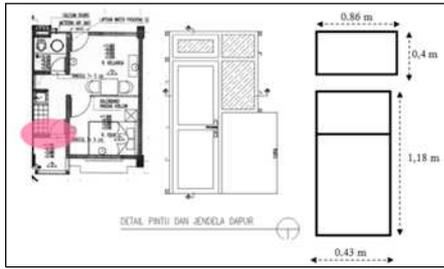
Bouvenlight Kamar Mandi : luas bouvenlight: $0,54 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$ luas lantai K. Mandi: $1,67 \text{ m}^2$, persentase: $0,24 \text{ m}^2 / 1,67 \text{ m}^2 \times 100\% = 14\%$



Gambar 3.8 Bouvenlight Kamar Mandi

Jika dibandingkan dengan standar bukaan minimal 10%, maka bukaan pada ruang tamu telah memenuhi standar dengan 14 %.

Jendela dan Bouvenlight Dapur : total luas bukaan: $0,5 \text{ m}^2 + 0,34 \text{ m}^2 = 0,84 \text{ m}^2$ luas lantai dapur: $1,38 \text{ m} \times 2,69 \text{ m} = 3,71 \text{ m}^2$ persentase: $0,84 \text{ m}^2 / 3,71 \text{ m}^2 \times 100\% = 22\%$



Gambar 3.9 Jendela dan Bouvenlight Dapur

Jika dibandingkan dengan standar bukaan minimal 10%, maka bukaan pada ruang tamu telah memenuhi standar dengan 22 %.

Persentase luas bukaan dapat disimpulkan sebagai berikut:

Tabel 1 Persentase luas bukaan

Standar Bukaan	Ruangan	Persentase	Keterangan
10%	Ruang Tamu	39,5%	Memenuhi
	Kamar Tidur	56,9%	Memenuhi
	Kamar Mandi	14%	Memenuhi
	Dapur	22%	Memenuhi

4. KESIMPULAN

Blok A dan C memiliki pencahayaan yang lebih baik dari pada Blok B, karena Blok A dan C memiliki fasad yang menghadap ke arah sumber cahaya matahari yaitu barat dan timur, dan pencahayaan cenderung silau pada sore hari. Sedangkan Blok B cenderung terasa sejuk karena pada pagi dan sore hari bangunan Blok B tertutup oleh bayangan Blok A dan Blok C.

Pencahayaan alami pada ketiga blok sudah memenuhi standar pencahayaan alami. Kenyamanan pencahayaan pada Rusunawa Leuwigajah ini sudah baik, meskipun pada Blok A dan C memiliki intensitas cahaya lebih tinggi.

Pada dasarnya penghawaan alami pada ketiga blok sudah baik, karena sirkulasi udara dalam bangunan relatif lancar karena adanya bukaan di tengah bangunan yaitu void sebagai sumber utama penghawaan alami pada bangunan. Void yang ada ditengah bangunan juga membantu pencahayaan di koridor rumah susun.

RUJUKAN

Francis D.K. Ching. Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatahan, 1996

Ing P.J.M van der Meijs. Membangun Fisika Bangunan, Erlangga, 1983

Snyder, James C. & Anthony J. Catanese; 1979; Pengantar Arsitektur; terjemahan Ir. Hendro Sangkayo; Jakarta: Erlangga

Van der meijs, Ing P.J.M; 1983; Membangun Fisika Bangunan; Jakarta: Erlangga

Mangunwijaya, DIPL.ING.Y.B; 1980; Pasal – Pasal Penghantar Fisika Bangunan; Jakarta: Gramedia

Yudi Bijak Laksono, dkk; 2013; Kajian Tatahan Massa dan Bentuk Bangunan Saung Angklung Udjo Terhadap Optimalisasi Penggunaan Energi; Seminar di Jurusan Teknik Arsitektur Institut Teknologi Nasional Bandung