

BAB III

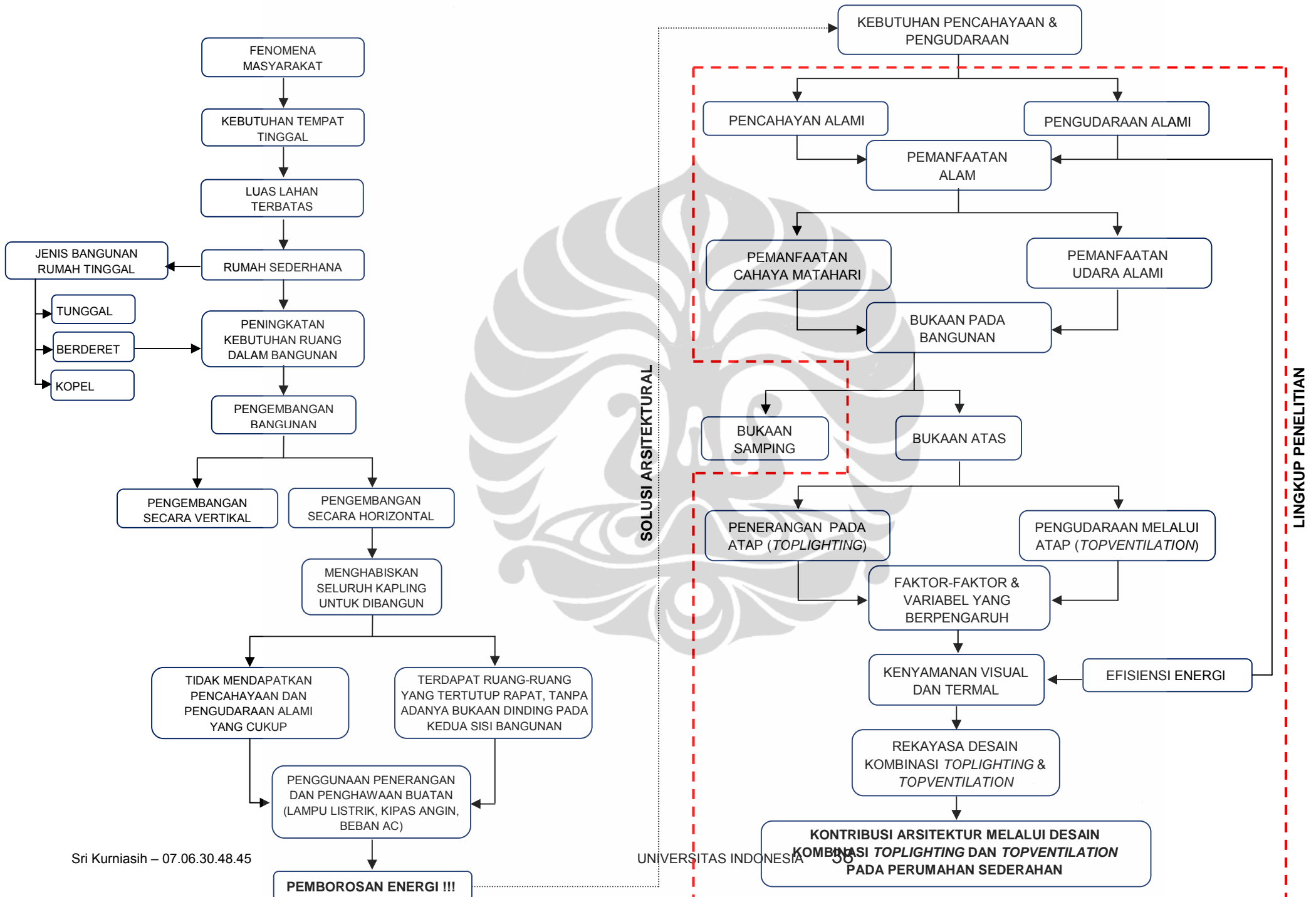
METODE PENELITIAN

III.1. KERANGKA PEMIKIRAN KONSEPTUAL

Kerangka pemikiran konseptual mendeskripsikan alur pikir peneliti mulai dari latar belakang dilakukannya penelitian, proses analisis, dan kesimpulan dari hasil penelitian yang menghasilkan rekomendasi. Secara substansial, penelitian ini berupaya untuk menjawab berbagai permasalahan dan tujuan penelitian yang terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi masyarakat menggunakan bukaan atap untuk pencahayaan dan pengudaraan alami pada perumahan sederhana tanpa bukaan samping dan tidak bertingkat di kota Tangerang.

Tujuan awal penggunaan bukaan atap pada rumah tinggal sederhana selain untuk memenuhi kebutuhan pencahayaan dan pengudaraan pada ruang yang tertutup dan tidak mempunyai bukaan samping, juga untuk meringankan beban hidup masyarakat dalam pembiayaan listrik akibat penggunaan lampu dan AC di siang hari terkait dengan penghematan energi pada rumah sederhana. Namun fakta di lapangan menunjukkan bahwa penggunaan bukaan atap untuk pencahayaan (*skylight*) tanpa ventilasi pada rumah sederhana, menimbulkan permasalahan radiasi panas dan pengap pada ruangan yang menggunakan *skylight*. Hal tersebut menjadi indikator bahwa penggunaan bukaan atap (*skylight*) pada rumah sederhana belum dapat dikatakan berhasil sepenuhnya.

Penelitian ini secara komprehensif akan menggali dan menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi minat masyarakat menggunakan bukaan atap pada rumah sederhana tanpa bukaan samping ditinjau dari aspek internal yaitu karakter ruang dan karakter bukaan, sedangkan aspek eksternal yaitu koordinat penelitian, kondisi langit dan orientasi bangunan. Kedua aspek tersebut dijadikan variabel penelitian dengan dukungan faktor lain yaitu kondisi sekitar bangunan. Secara ringkas, kerangka pemikiran konseptual penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Sri Kurniasih – 07.06.30.48.45

UNIVERSITAS INDONESIA

Pengaruh penggunaan..., Sri Kurniasih, FT UI, 2009
 Gambar 3.1. Kerangka Pemikiran Konseptual

III.2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah deskriptif eksperimental. Yang dimaksud dengan deskriptif yaitu berupa uraian yang didapat dari data primer yang ada di lapangan dan teori-teori dasar terkait dari beberapa literatur. Sedangkan metode eksperimental dilakukan dengan menggunakan program komputer, dalam penelitian ini program komputer yang digunakan adalah software AutoCad 2008 dan software Ecotect 5.6.

Adapun urutan metoda yang digunakan secara umum antara lain :

- a) Metode Deskriptif dengan mencari data primer di lapangan. Obyek yang diteliti adalah bangunan rumah sederhana tipe kecil pada perumahan di Kota Tangerang dan telah mengalami pengembangan pembangunan secara horizontal.
- b) Pengambilan populasi dengan cara mencari informasi mengenai perumahan sederhana yang berada di kota Tangerang yang memiliki tipe rumah kecil, berdempet, saling bertolak belakang, tidak memiliki bukaan samping, menghabiskan seluruh kapling rumah secara horizontal dan tidak bertingkat. Penentuan perumahan yang dijadikan sampel penelitian didapat dari daftar nama-nama perumahan yang berada di Kota Tangerang yang kemudian dipilih 3 (tiga) perumahan dengan kriteria tersebut di atas. Kemudian dari 3 perumahan tersebut dipilih 1 (satu) perumahan yang paling mendekati kriteria dibandingkan dengan 2 (dua) perumahan lainnya.
- c) Pengambilan sampel¹⁴ dengan cara membuat daftar rumah-rumah yang menggunakan bukaan pada atap. Berdasarkan fenomena yang ada rumah-rumah ini memerlukan pencahayaan dan pengudaraan alami yang optimal di siang hari. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti aktifitas penghuni, bangunan tidak bertingkat, lahan terbatas, tipe rumah berderet, tidak memiliki bukaan dinding samping dan telah mengalami pengembangan pembangunan secara horizontal sehingga bangunan tertutup rapat dan menjadi gelap dan pengap, orientasi bangunan menghadap Utara – Selatan.

Dari data rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*), kemudian dilakukan pemilihan rumah secara acak sebanyak 20 rumah yang terdiri dari 10 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 10 rumah berorientasi Selatan-Utara. Hal itu berdasarkan pertimbangan sudah

¹⁴ Untuk mendapatkan sampel, penulis sudah melakukan pengamatan tahap awal (survey awal) pada perumahan terpilih di kota Tangerang. Data yang didapat berasal dari informasi dan data yang diketahui oleh Ketua RT setempat.

menggunakan *toplighting* berupa *skylight* namun pencahayaan dan pengudaraan alami belum optimal, aktifitas penghuni yang banyak menggunakan ruangan di siang hari, bahan bangunan sama, bentuk rumah mirip dengan jumlah kebutuhan ruang yang sama, bangunan tidak bertingkat dan letaknya berdekatan untuk mempermudah pengumpulan data.

Dari 20 rumah yang terpilih secara acak dengan orientasi Utara-Selatan dan Selatan-Utara, kemudian peneliti membatasi sampel penelitian berdasarkan tipologi pembagian ruang yang sama pada daerah pengembangan. Dengan demikian didapat 1 buah denah rumah dan 2 orientasi bangunan yaitu Selatan-Utara dan Utara-Selatan yang mewakili desain pengembangan bangunan secara horizontal pada rumah tipe 21 untuk dijadikan sampel penelitian.

Setelah mendapatkan bangunan rumah tinggal yang terpilih, langkah selanjutnya adalah survey lokasi tahap kedua untuk mendapatkan data primer. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan misalnya, data luasan bangunan, kebutuhan ruang, luas atap bangunan, bahan bangunan yang digunakan, pengkonsumsian energi listrik tiap bulannya dan biaya yang dikeluarkan, aktifitas penghuni serta budaya/kebiasaan masyarakat setempat dan lain-lain. Selain itu data mengenai kondisi alam seperti perolehan pencahayaan alami pada bangunan, radiasi panas yang ditimbulkan dalam bangunan, pergerakan aliran udara pada bangunan serta faktor iklim dan cuaca yang terkait dengan penelitian. Pengukuran pencahayaan siang hari dan pengudaraan alami di dalam bangunan dilakukan pada pukul 07.00 wib, 12.00 wib dan pukul 16.00 wib, dengan alasan jam-jam tersebut merupakan jam-jam dimana matahari mengeluarkan cahaya yang efektif dan merata. Adapun perolehan data lainnya yaitu data sekunder yang didapat dari tata kota, kecamatan setempat, instansi terkait, penelitian orang lain dan lain sebagainya.

- d) Metode eksperimental yaitu simulasi komputer dengan menggunakan software AutoCad 2008 untuk pembuatan gambar-gambar yang diperlukan seperti gambar denah, tampak dan potongan bangunan. Kemudian menggunakan software Ecotect 5.6 untuk menguji rekayasa beberapa model kombinasi desain *toplighting* dan ventilasi atap untuk mendapatkan model desain yang paling optimal dalam memasukkan pencahayaan dan pengudaraan alami ke dalam ruangan. Dari pengujian tersebut akan diketahui rekayasa model desain pengkombinasin *toplighting* dan jendela atap mana yang lebih optimal dalam pencahayaan dan pengudaraan alami di dalam bangunan.

III.3. PEMILIHAN STUDI KASUS

III.3.1. Populasi

Penelitian ini dilakukan di kota Tangerang dengan pertimbangan masih banyaknya perumahan tipe kecil yang tersedia di kota Tangerang dibandingkan dengan kota Jakarta yang didominasi dengan perumahan tipe sedang ke atas. Perumahan tipe kecil yang berkembang di kota ini sebagian besar diperuntukkan bagi masyarakat berpenghasilan rendah sampai sedang. Selain itu perumahan tipe kecil mempunyai permasalahan seperti kurangnya kebutuhan ruang, pencahayaan dan pengudaraan alami yang kurang optimal di dalam bangunan sehingga kenyamanan¹⁵ penghuni terganggu. Oleh karena timbulnya permasalahan tersebut dan keinginan masyarakat untuk tetap memiliki tempat tinggal, maka dipilih perumahan tipe kecil dengan luas bangunan terbatas, berderet serta tidak bertingkat, sehingga akan diketahui solusi arsitektural apa yang tepat terkait aspek kenyamanan visual dan termal bagi perumahan tipe kecil (rumah sederhana) dalam memanfaatkan alam (matahari dan udara) demi membantu tercapainya efisiensi energi.

Dari data survai awal diperoleh secara acak nama-nama perumahan yang berada di kota Tangerang sehingga dapat ditentukan sampel dari populasi perumahan yang ada. Dikarenakan objek studi kasus pada penelitian ini berupa perumahan yang terdiri dari kumpulan rumah-rumah dimana rumah yang perlu diteliti lebih dari satu buah, maka perumahan yang digunakan sebagai obyek penelitian hanya satu sampel dari beberapa bangunan sejenis yang ada. Adapun beberapa perumahan yang berada di kota Tangerang dapat dilihat pada tabel 3.1.

¹⁵ Kenyamanan yang dimaksud adalah kenyamanan visual dalam hal peningkatan intensitas cahaya alami/iluminansi (lux), distribusi cahaya dan kenyamanan termal dalam hal penurunan temperature dalam ruangan (°C) dari kondisi eksisting.

Tabel 3.1. Nama Perumahan di kota Tangerang
 Sumber : www.kotatangerang.com dan hasil survai lapangan (2009)

| No. | Nama Perumahan |
|-----|-------------------|
| 1. | Bukit Pamulang |
| 2. | Vila Dago |
| 3. | Pamulang Permai 1 |
| 4. | Pamulang Permai 2 |
| 5. | Grand Serpong |

Dari data perumahan yang ada di kota Tangerang tersebut, maka pemilihan perumahan sebagai studi kasus pada penelitian menggunakan kriteria sebagai berikut :

- a) Masih tersedianya rumah tipe 21 dengan pertimbangan bahwa rumah tipe kecil dengan luas bangunan 21 m² (5,00 m x 4,20 m) merupakan kondisi rumah yang terburuk di antara tipe rumah lainnya.
- b) Bangunan rumah berderet dan saling bertolak belakang.
- c) Masih banyak terdapat rumah yang tidak bertingkat.
- d) Pengembangan bangunan secara horizontal ke belakang rumah.
- e) Menggunakan pencahayaan atap (*skylight*) pada daerah pengembangan secara horizontal.

Berdasar kriteria diatas maka sampel penelitian yang terpilih berdasarkan criteria tersebut di atas yang paling memenuhi yaitu *Perumahan Pamulang Permai 2*.

III.3.2. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pemilihan sampel merupakan responden, pada penelitian ini teknik pemilihan sampel menggunakan metode *Cluster Random Sampling*. Adapun langkah pemilihan sampel secara *Cluster Random Sampling* adalah sebagai berikut :

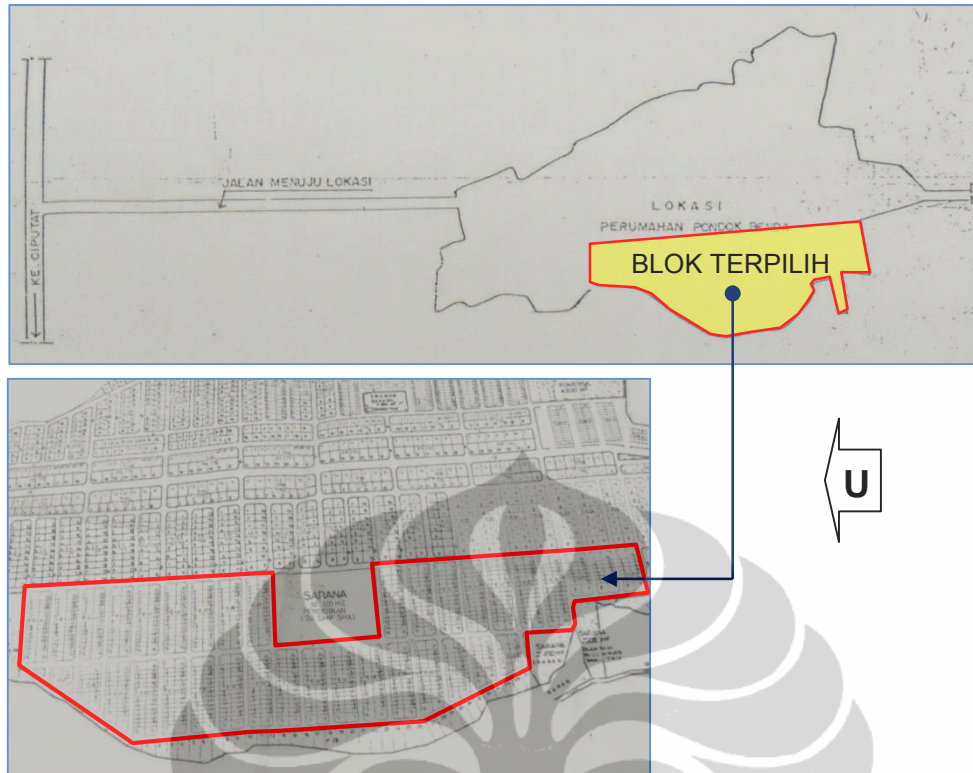
1. Menentukan blok perumahan yang terdapat rumah tipe 21 (tipe terkecil dalam perumahan).
2. Setelah blok perumahan dengan rumah-rumah tipe 21 terpilih, kemudian dilakukan penghitungan prosentase dari populasi dengan rumus Slovin untuk mendapatkan jumlah responden (rumah) yang akan dijadikan sampel penelitian.

3. Kemudian dilakukan pendataan rumah-rumah dengan teknik wawancara dan pengisian kuesioner yang bersifat terbuka (*lihat lampiran A*) sebanyak jumlah responden yang didapat.
4. Membuat data rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*) berupa *skylight* maupun *void* pada daerah pengembangan secara horizontal dan dibagi berdasarkan orientasi bangunan menghadap Utara-Selatan dan Selatan-Utara.
5. Dari data rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*), kemudian dilakukan pemilihan rumah secara acak sebanyak 20 rumah yang terdiri dari 10 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 10 rumah berorientasi Selatan-Utara dengan cara membolongi kertas yang diletakkan di atas gambar blok plan rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*).

III.3.3. Pemilihan Blok Perumahan Terpilih

Blok perumahan yang dipilih merupakan blok perumahan yang terdapat rumah-rumah tipe kecil yaitu tipe 21 yang terbanyak (lihat gambar 3.2). Pemilihan tipe rumah berdasarkan pertimbangan bahwa dengan luas bangunan 21 m² penghuni akan mengalami kekurangan kebutuhan ruang sehingga penghuni akan menambah banyak ruang dengan melakukan pengembangan bangunan secara horizontal yaitu pengembangan ke arah belakang rumah terbangun.

Dengan melakukan pengembangan bangunan secara horizontal yaitu menghabiskan seluruh kapling rumah, maka akan menimbulkan permasalahan kekurangan pencahayaan dan pengudaraan. Dengan demikian solusi yang dilakukan adalah dengan pengonsumsi energi listrik untuk penerangan dan pengudaraan. Selain itu rumah tipe 21 merupakan kondisi rumah yang terburuk dibandingkan dengan tipe rumah lainnya.



Gambar 3.2. Pemilihan Blok Perumahan
(Sumber : Kantor Kecamatan Pamulang dan hasil survai lapangan 2009)

Blok yang terpilih adalah blok E30 sampai dengan blok E63 dengan jumlah total rumah yaitu 947 rumah.

III.3.4. Perhitungan Jumlah Responden

Responden penelitian adalah bangunan rumah yang ada di Perumahan Pamulang Permai 2. Pemilihan responden dilakukan secara acak sesuai dengan karakteristik bangunan yang mendukung penelitian. Penentuan jumlah responden dilakukan dengan menggunakan formula Slovin (1993) sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan :

n = Jumlah Responden

N = Jumlah Populasi secara Keseluruhan, yakni jumlah rumah pada unit penelitian (jumlah rumah pada Blok E30 – E63 sebanyak 947 rumah)

e = Nilai Kritis (Batas Ketelitian) yang diinginkan (dalam penelitian ini dipilih Nilai Kritis 10%).

Dengan rincian jumlah responden pada unit penelitian adalah sebagai berikut:

- Perhitungan jumlah responden pada perumahan Pamulang Permai 2 berdasarkan jumlah rumah yang ada pada blok terpilih yaitu sebanyak 947 rumah, kemudian dihitung jumlah responden dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$
$$n = \frac{947}{1 + (947 \times (0.10)^2)}$$
$$n = \frac{947}{10.47}$$
$$n = 90 \text{ Rumah}$$

Dari perhitungan rumus diatas, maka jumlah responden pada Perumahan Pamulai Permai 2 adalah *90 rumah* (responden).

III.3.5. Pembagian Kuesioner dan Wawancara kepada Responden

- Kuesioner yang dimaksud adalah daftar pertanyaan mengenai penggunaan bukaan atap (*toplighting*) dan keterkaitannya terhadap tingkat kenyamanan dalam ruang yang ditujukan kepada penghuni rumah yang menjadi responden dalam penelitian ini.
- Pembagian kuesioner dilakukan secara acak ke 90 rumah (45 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 45 rumah berorientasi Selatan-Utara) yang menjadi responden dalam penelitian ini.

Berikut ini merupakan cara pembagian kuesioner secara acak pada perumahan Pamulang Permai 2 : (lihat gambar 3.3)



Keterangan :

- : Kuesioner orientasi Utara-Selatan
- : Kuesioner orientasi Selatan-Utara

Gambar 3.3. Penyebaran Kuesioner

- Dari jumlah responden yang didapat, peneliti mencoba membuat batasan jumlah responden yang akan dijadikan sampel pada penelitian ini. Pembatasan jumlah responden tersebut berdasarkan kriteria berikut :
 - a) Tipe bangunan adalah tipe kecil yaitu rumah sederhana dengan luas lahan 5 m x 12,5 m atau 62,5 m² dan luas bangunan asli adalah 21 m².
 - b) Bangunan rumah sudah mengalami pengembangan pembangunan secara horizontal dari luas bangunan 21 m² menjadi ±45,5 m² - 62 m².
 - c) Bangunan rumah tidak bertingkat.
 - d) Menggunakan bukaan pada atap di daerah pengembangan secara horizontal.
 - e) Orientasi bangunan menghadap Utara – Selatan dan Selatan – Utara.
 - f) Jenis bangunan berderet dan dempet, dalam hal ini jenis *hook* tidak menjadi objek penelitian.

III.3.6. Pembatasan Jumlah Sampel Penelitian

- Data yang didapat dari kuesioner kemudian diseleksi dengan memilih rumah yang menggunakan bukaan atap (*Toplighting*) pada daerah pengembangan pembangunan secara horizontal.

- Dari data rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*), kemudian dilakukan pemilihan rumah secara acak sebanyak 20 rumah yang terdiri dari 10 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 10 rumah berorientasi Selatan-Utara.
- Dari 20 rumah yang terpilih secara acak dengan orientasi Utara-Selatan dan Selatan –Utara, kemudian peneliti membatasi sampel penelitian berdasarkan tipologi pembagian ruang yang sama pada arah pengembangan. Dengan demikian didapat 1 buah denah rumah dan 2 orientasi bangunan S-U yang mewakili desain pengembangan bangunan secara horizontal pada rumah tipe 21 untuk dijadikan sampel penelitian.

III.4. PEMILIHAN OBJEK PENELITIAN

III.4.1. Landasan Penentuan Objek Penelitian

Hal-hal yang melandasi penentuan objek penelitian yaitu adanya fenomena penggunaan penerangan atas (*toplighting*) berupa *skylight* yang terjadi di masyarakat, terutama pada ruangan yang tidak mendapatkan bukaan samping. Dari pengamatan di lapangan akan diketahui bagaimana usaha-usaha yang dilakukan oleh masyarakat dalam mengatasi masalah pada ruangan tertutup tanpa bukaan samping pada dinding.

Objek yang diamati adalah perumahan tipe sederhana di daerah Tangerang. Sampel yang diambil adalah Perumahan Pamulang Permai 2. Penentuan sampel berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, dimana perumahan Pamulang Permai 2 masih terdapat rumah-rumah yang tidak bertingkat, dan pengembangan pembangunan secara horizontal (ke arah belakang rumah) bukan secara vertikal (ke arah atas).

Hasil yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan model bukaan atap yang akan diuji dengan simulasi komputer dalam hal pencahayaan alami dan dampaknya terhadap kondisi termal ruangan dan penghuni.

III.4.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah kota Tangerang dengan koordinat 6°20'39" Lintang Selatan dan 106°43'57" Bujur Timur. Hal ini diperlukan untuk menghitung sudut sinar matahari yang selalu berubah.

III.4.3. Objek Penelitian

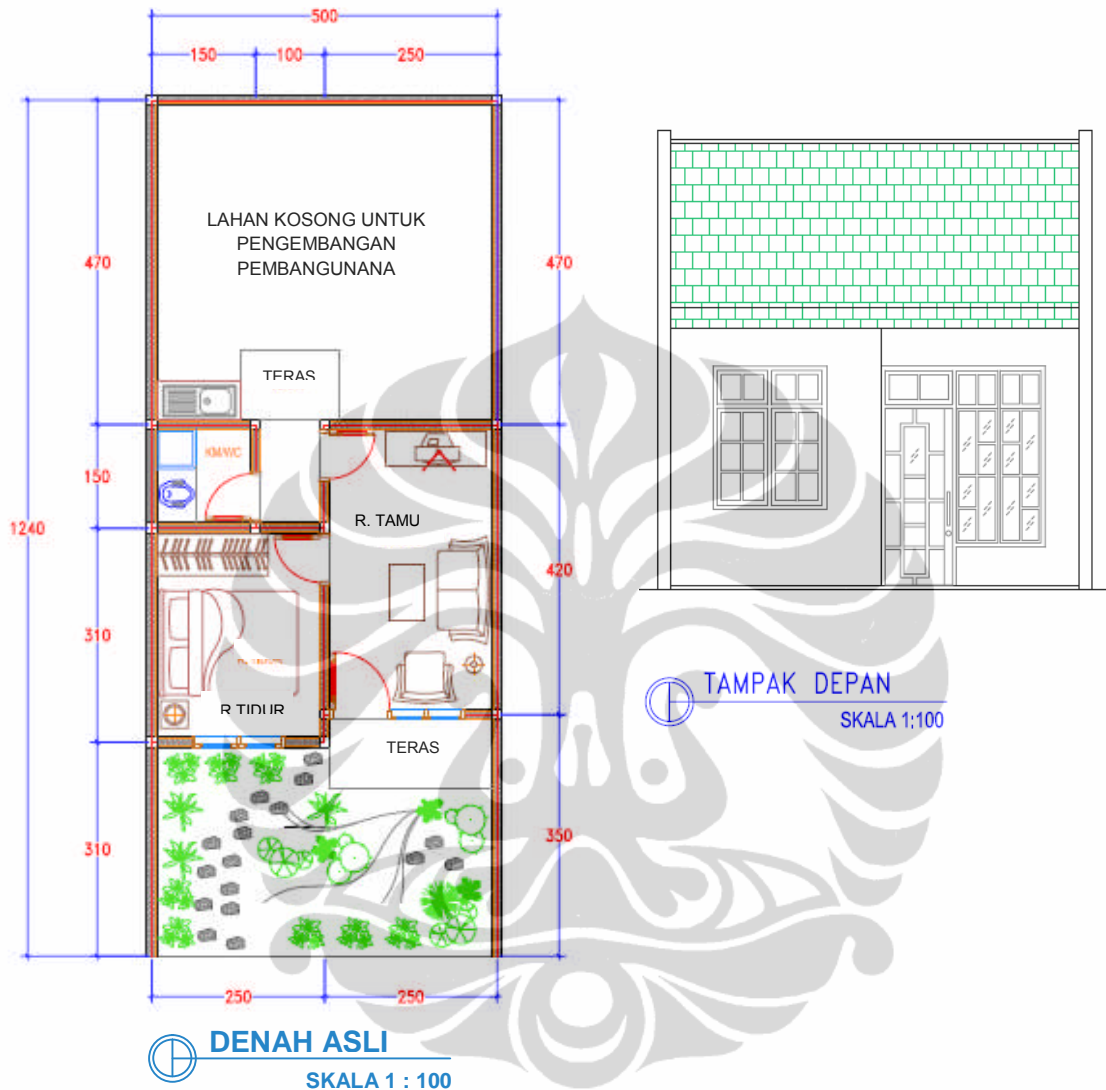
Objek yang akan diteliti adalah ruang pengembangan dari rumah tipe 21 dengan luas tanah 62,5 m² (*lihat lampiran A*) dan luas ruang pengembangan 5 m x 4,7 m, dimana pengembangan tersebut secara horizontal berada di belakang bangunan rumah asli dan kaplingnya berbatasan langsung dengan bangunan tetangga. Dengan demikian apabila dilakukan pengembangan secara menyeluruh, maka tidak memungkinkan untuk membuat bukaan-bukaan (jendela) pada dinding yang berhimpitan langsung dengan bangunan tetangga.

Berdasarkan hasil pengamatan pada beberapa rumah, pembangunan daerah pengembangan dilakukan secara menyeluruh (menghabiskan lahan sisa) sehingga bangunan tertutup rapat. Dengan demikian solusi untuk mendapatkan pencahayaan alami pada siang hari adalah melalui pencahayaan atap (*toplighting*) berupa *skylight*. Namun penggunaan *skylight* tersebut diketahui belum cukup optimal karena timbul permasalahan-permasalahan seperti pengap, panas dikarenakan radiasi matahari yang masuk dapat menaikkan temperatur pada ruangan tersebut meskipun secara visual cukup nyaman. Dengan demikian untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya suatu kombinasi antara pencahayaan atap dengan ventilasi atap seperti jendela pada atap. Di satu sisi dapat mencapai kenyamanan visual dan di sisi lain dapat menurunkan temperatur dalam ruang.

Objek yang akan dijadikan penelitian dalam hal ini adalah ruang-ruang yang berada di daerah pengembangan. Dimana pembagian ruang pada daerah pengembangan yang akan dipilih adalah ruang-ruang yang pembagian ruangnya sama.

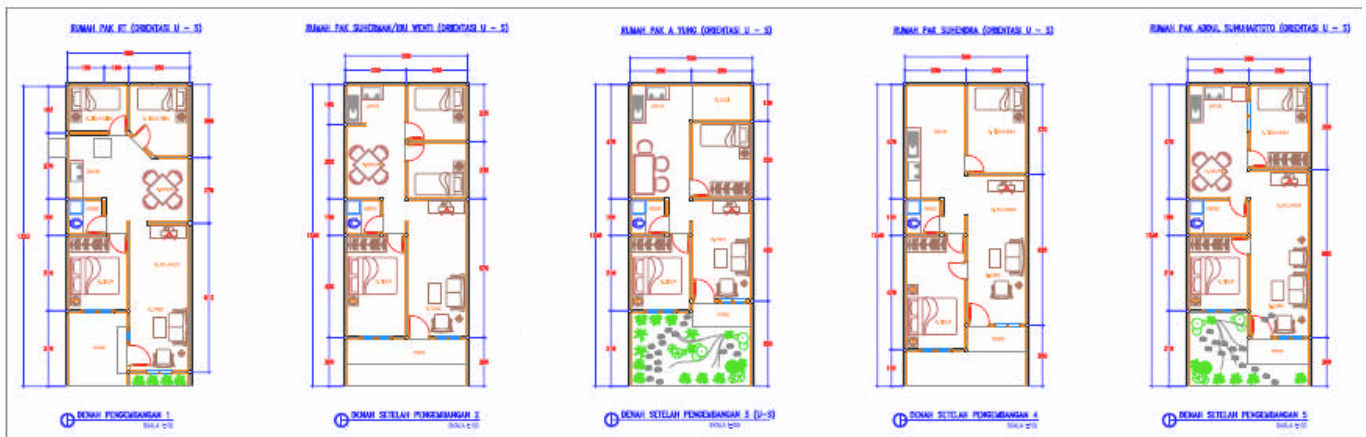
Dari pembagian ruang yang sama pada beberapa rumah yaitu dari 20 rumah (10 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 10 rumah berorientasi Selatan-Utara), maka akan dipilih rumah dengan pembagian ruang yang sama yang terbanyak, dimana 1 rumah mewakili orientasi Selatan-Utara dengan orientasi bukaan atap Utara-Selatan.

Berikut ini merupakan gambar-gambar yang menunjukkan cara pemilihan objek penelitian pada sampel penelitian. (lihat gambar 3.4, gambar 3.5, gambar 3.6)



Gambar 3.4. Denah dan Tampak Bangunan Asli

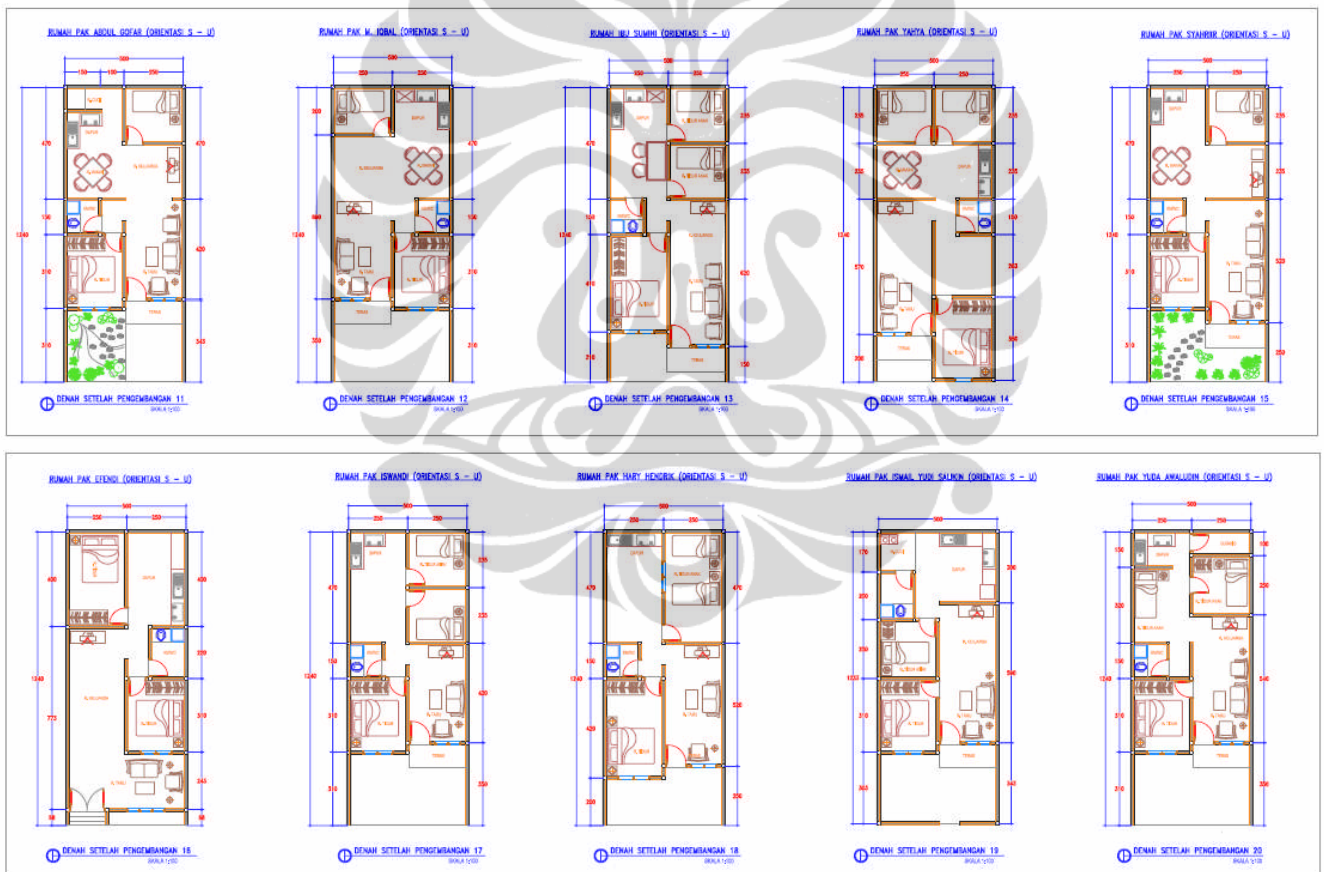
DENAH ORIENTASI UTARA-SELATAN





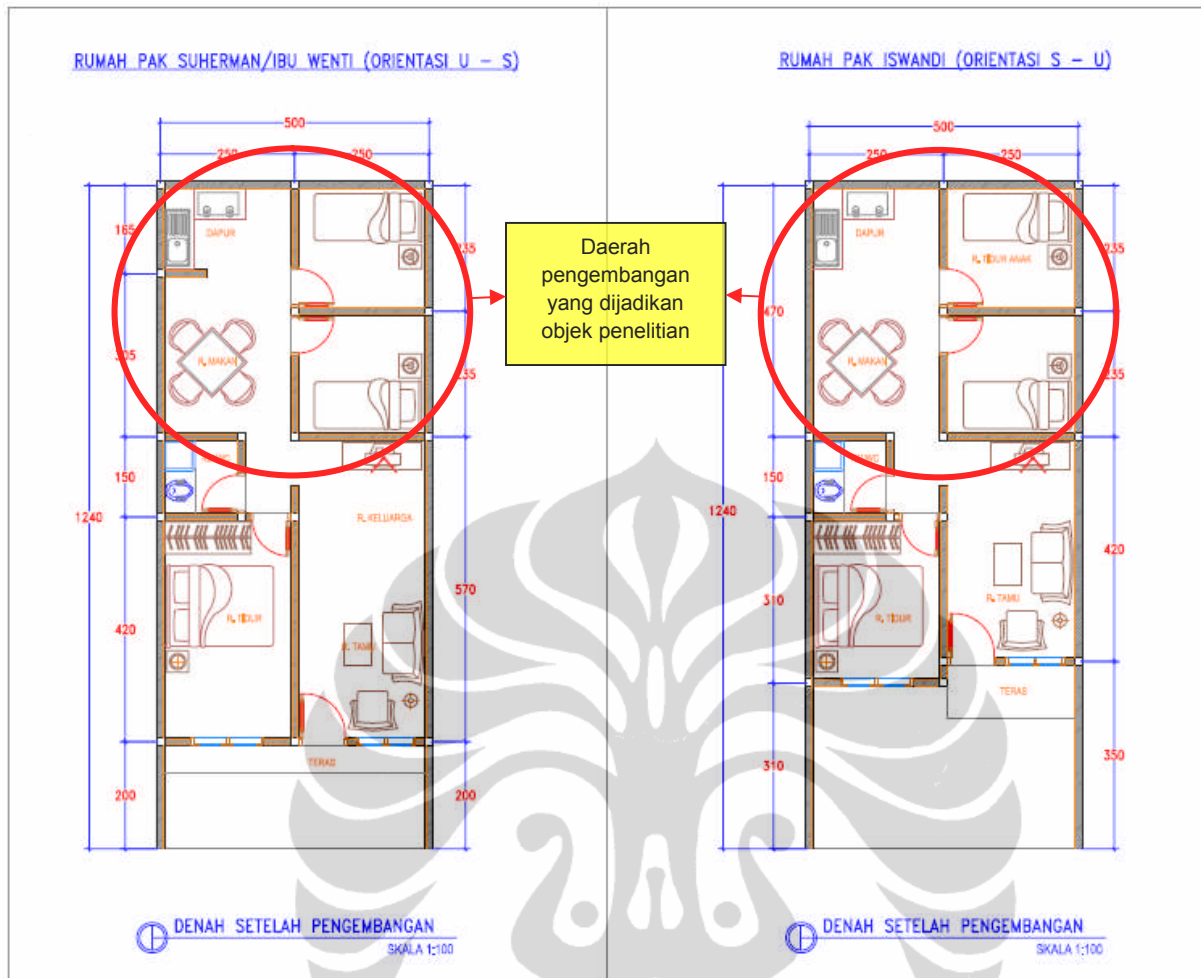
Gambar 3.5. Denah yang sudah dikembangkan dengan orientasi Utara - Selatan

DENAH ORIENTASI UTARA-SELATAN



Gambar 3.6. Denah yang sudah dikembangkan dengan orientasi Selatan - Utara

Dari 20 denah rumah dengan pembagian ruang pada daerah pengembangan seperti di atas, maka didapat pembagian ruang yang sama pada daerah pengembangan yang paling banyak yaitu : (lihat gambar 3.7)



Gambar 3.7. Denah Terpilih sebagai Objek Penelitian

Dengan demikian dapat disimpulkan mengenai kriteria objek penelitian antara lain :

- | | |
|-------------------------------|---|
| a) Lokasi Penelitian | : Tangerang (6°20'39" LS dan 106°43'57" BT) |
| b) Rungan | : Ruang pengembangan rumah tipe 21 |
| c) Dimensi ruang | : 4,0 m x 5,0 m |
| d) Kemiringan Atap | : 10° |
| e) Luas Atap | : 5,15 m x 4,85 m |
| f) Luas <i>Skylight</i> | : 1,60 m ² |
| g) Orientasi Bangunan | : Selatan-Utara dan Utara-Selatan |
| h) Orientasi <i>Sykylight</i> | : Utara dan Selatan |

III.5. TEKNIK PENGAMBILAN DATA

Data adalah informasi, karakter, sifat dan kenyataan dari obyek penelitian yang relevan. Dari jenisnya dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu data primer dan sekunder, data primer adalah data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data pendukung yang diperoleh dari orang atau pihak tertentu atau referensi lainnya. Dilihat dari jenisnya, data terdiri dari data primer dan data sekunder.

III.5.1. Data primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan khusus untuk suatu riset tertentu yang sedang dilaksanakan dan diperoleh dari sumber primer ataupun diambil melalui pengambilan sampel dalam bentuk kuesioner yang disebarakan kepada responden (Zikmund, 2003). Data primer dikumpulkan melalui penyebaran kuesioner kepada responden. Data tersebut diperoleh dengan cara :

➤ Observasi lapangan

Yaitu dengan cara mendatangi, mengamati secara langsung ke unit analisis penelitian. Observasi lapangan dilakukan secara bertahap yaitu lokasi per lokasi. Kegiatan observasi ini bertujuan untuk mendapatkan data yang tidak diperoleh secara tertulis (misal dokumen perancangan). Pengambilan data tersebut dengan cara merekam ataupun memotret kondisi eksisting atau kondisi sekitar bangunan rumah sederhana.

➤ Kuesioner

Yaitu membuat daftar pertanyaan/kuesioner yang ditujukan untuk penghuni perumahan Pamulang Permai 2. Kuesioner ini bertujuan untuk mengumpulkan data non-fisik bangunan, serta melengkapi data-data fisik lain yang sulit diperoleh dari gambar dan pengamatan lapangan. Data tersebut di antaranya adalah: jumlah penghuni, karakter bangunan, karakter ruang, karakter bukaan dan kondisi ruang secara fisiologis.

Kuesioner tersebut disebarakan secara acak sesuai jumlah responden untuk dijadikan sampel penelitian yaitu 90 rumah sebagai responden pada perumahan Pamulang Permai 2. Dimana dari 90 rumah

tersebut pembagian kuesioner dibagi menjadi dua bagian yaitu 45 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 45 rumah berorientasi Selatan-Utara.

Untuk lebih jelasnya mengenai penyebaran kuesioner secara acak ditunjukkan pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Sketsa lokasi pembagian kuesioner pada Perumahan Pamulang Permai 2

- Data yang didapat dari kuesioner sebanyak 90 buah, kemudian diseleksi dengan memilih rumah yang menggunakan bukaan atap (*Toplighting*) pada daerah pengembangan pembangunan secara horizontal dan bangunan tidak bertingkat.
- Dari data rumah-rumah yang menggunakan bukaan atas (*toplighting*) dan tidak bertingkat tersebut, kemudian dilakukan pemilihan rumah secara acak sebanyak 20 rumah yang terdiri dari 10 rumah berorientasi Utara-Selatan dan 10 rumah berorientasi Selatan-Utara.
- Setelah didapat 20 rumah sebagai sampel penelitian, kemudian peneliti melakukan survai awal mengenai pencahayaan dan penghawaan alami pada daerah pengembangan yaitu dengan cara :
 - Pengukuran intensitas cahaya alami menggunakan Luxmeter.
 - Pengukuran kondisi termal ruangan yaitu pengukuran suhu udara dalam ruang menggunakan Anemometer.

III.5.2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah dipublikasikan untuk konsumsi umum ataupun yang belum dipublikasikan yang diperoleh dari pihak ketiga (Zikmund, 2003). Data sekunder pada penelitian ini yang dijadikan sebagai pendukung data primer diambil dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, jurnal ilmiah, serta literatur yang dipublikasikan secara lepas, baik berupa buku referensi, artikel dari majalah, maupun situs-situs internet yang relevan, serta melalui proses seleksi menurut kualitas dan kesesuaiannya dengan penelitian ini. Selain itu data sekunder juga didapat dari Instansi-instansi yang terkait seperti gambar blok plan, site plan dan gambar bangunan perumahan serta data bangunan yang didapat dari Kantor Kecamatan Pamulang.

III.6. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENELITIAN

1. Faktor Eksternal

- a) Koordinat penelitian berada pada 6°20'39" Lintang Selatan dan 106°43'57" Bujur Timur
- b) Kondisi langit pada saat simulasi adalah overcast sky¹⁶ dikarenakan perbedaan curah hujan yang cukup kecil 2684 mm/tahun, namun dengan jumlah hujan yang cukup banyak yaitu 222 hari/tahun. Begitu pula dengan kondisi rata-rata penyinaran matahari per tahun yang cukup rendah, hanya 49,8%.
- c) Kondisi langit pada saat pengukuran di lapangan adalah kondisi *real time* atau kondisi pada saat itu.

2. Orientasi Bangunan

- a) Orientasi bangunan menghadap ke Selatan – Utara dan Utara – Selatan.
- b) Bangunan yang akan diteliti adalah bangunan yang tidak bertingkat.

3. Karakter Ruang (Luas Ruang, Material Ruang)

- a) Bentuk dasar dan dimensi sesuai dengan kondisi ruang pengembangan yang akan diteliti.
- b) Warna lantai dan furniture sesuai dengan kondisi ruang yang akan diteliti.

¹⁶ Overcast Sky adalah kondisi dimana awan menaungi langit sebanyak 95% (Sumber : <http://www.schorsch.com/kbase/glossary/skies.html>)

- c) Warna material ruangan adalah warna cerah (putih, cream, merah muda, kuning, biru muda). Warna cerah ini akan membantu dalam pendistribusian cahaya dalam ruangan.
- d) Warna plafond sesuai dengan kondisi eksisting.
- e) Jenis atap yang akan diteliti adalah atap miring.
- f) Aktivitas dalam ruang sesuai dengan aktivitas dan kondisi ruang pada bangunan rumah sederhana yang akan diteliti.

4. Karakter Bukaannya

- a) Orientasi *toplighting* (*skylight*) adalah Utara – Selatan, sedangkan orientasi jendela atap adalah Timur – Barat.
- b) Jenis bukaan adalah bukaan pada atap untuk pencahayaan (*skylight*), bukaan pada atap untuk pengudaraan (jendela atap) dan kombinasi keduanya.
- c) Dimensi dan tata letak bukaan yang optimal akan diteliti.
- d) Material yang digunakan untuk *skylight* juga akan diteliti lebih lanjut, dengan batasan material yang digunakan adalah *fiberglass* dan kaca.

5. Karakter Bentuk Atap

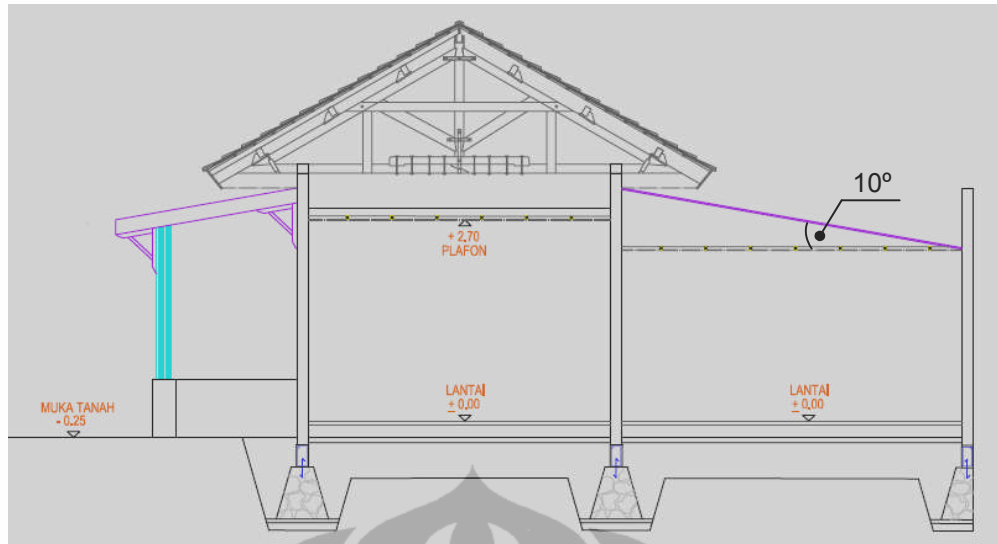
Bentuk atap yang digunakan adalah bentuk atap miring yang sesuai dengan kondisi eksisting. Sudut kemiringan atap yang digunakan adalah 10° karena memiliki kinerja termal yang lebih baik¹⁷ dibandingkan dengan kemiringan atap 20° dan 15° . Sedangkan material yang digunakan oleh atap disesuaikan dengan kondisi eksisting, dalam hal ini menggunakan asbes.

6. Karakteri Bentuk Plafon

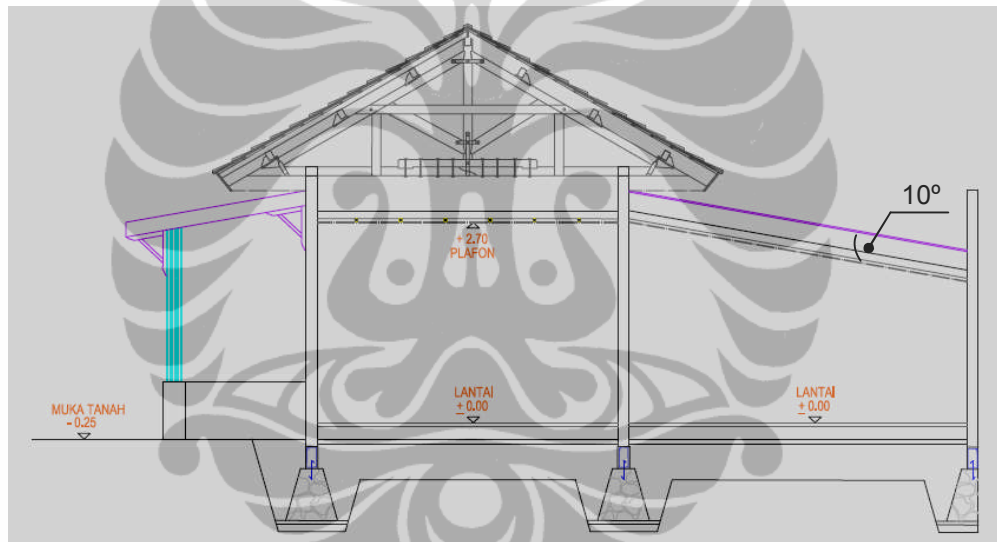
Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, bentuk plafon yang lazim digunakan oleh masyarakat pada daerah pengembangan adalah bentuk plafon datar dan plafon miring (lihat gambar 3.9 dan gambar 3.10). Dengan demikian bentuk plafon yang akan disimulasikan terbagi menjadi 2 (dua), yaitu :

- a) Plafon datar dengan atap miring (10°)
- b) Plafon miring dengan atap miring (10°)

¹⁷ Sasongko, Bayu; *Optimasi Skylight untuk Pencahayaan dan Pengudaraan Alami pada Ruang Tanpa Bukaannya Samping*, Bandung, 2005



Gambar 3.9. Atap Miring dengan Plafon Datar



Gambar 3.10. Atap Miring dengan Plafon Miring

7. Posisi Bukaian Atap (*Toplighting*)

Bukaian pada atap bangunan diletakkan di tengah bidang atap dan 2 bukaian di plafon yang diletaknya tersebar dan tidak tepat berada di bawah bukaian atap (*skylight*). Sedangkan material *skylight* yang digunakan untuk simulasi adalah *fiberglass*.

III.7. VARIABEL PENELITIAN

Terdapat tiga variabel yang dapat digunakan yaitu *independent variables*, *dependent variables*, serta *control variables*.

a. Independent Variables

Adalah semua variable yang mempengaruhi hasil akhir penelitian yang merupakan variable bebas. Dalam penelitian ini beberapa *independent variables* yang digunakan di antaranya :

1. Faktor Eksternal
 - a) Koordinat penelitian
 - b) Kondisi langit
2. Karakter Ruang
 - a) Bentuk dasar serta dimensi sesuai dengan kondisi rumah sederhana yang akan diteliti.
 - b) Bangunan tidak bertingkat
 - c) Jenis atap yang akan diteliti adalah atap pelana
 - d) Aktivitas dalam ruang sesuai dengan aktivitas dan kondisi ruang pada bangunan rumah sederhana yang akan diteliti.
3. Karakter Bukaannya
 - a) Orientasi *toplighting (skylight)* adalah Utara – Selatan.
 - b) Jenis bukaan adalah bukaan pada atap (*toplighting*) untuk pencahayaan berupa *skylight* dan bukaan atap untuk ventilasi berupa jendela atap.

b. Dependent Variables

Adalah variable yang dijadikan tujuan. Variabel yang merupakan tujuan dalam penelitian ini adalah tingkat pencahayaan yang dibutuhkan dan kondisi termal pada rumah tinggal sederhana yang merupakan hasil simulasi program komputer dengan rekayasa desain kombinasi *toplighting* dan *topventilation*.

c. Control Variables

Adalah variable perubah yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Yang menjadi control variables dalam penelitian ini adalah : Bidang atap sebagai *toplighting* dan *topventilation*. Jenis *toplighting* yang digunakan adalah *skylight* dan jenis *topventilation* adalah jendela atap.

Dari hasil pengamatan terhadap fenomena yang terjadi di lapangan, yang dilakukan pada rumah-rumah sederhana tipe 21 (hasil pengamatan/survei dapat dilihat di lampiran), maka dengan ini dapat ditentukan variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kenyamanan visual dan termal pada ruangan yang menggunakan bukaan atap (*toplighting*) *skylight* tanpa adanya bukaan samping yaitu antara lain:

Tabel 3.2. Variabel Penelitian
(Sumber : Hasil observasi yang dilakukan peneliti)

| VARIABEL TETAP | VARIABEL TERIKAT | VARIABEL BEBAS |
|---|---|---|
| a) Bentuk Ruangan | a) Tingkat Iluminansi yang diperoleh | a) Perletakan <i>skylight</i> pada atap |
| b) Volume Ruangan | b) Nilai Perpindahan Termal Atap (RTTV) | b) Bukaan pada plafon |
| c) Luasan Bukaan Atap (<i>Skylight</i>) | c) Distribusi Cahaya | c) Luas ventilasi pada atap |
| d) Orientasi <i>Skylight</i> | d) Distribusi Temperatur Ruang | d) Letak ventilasi pada atap |
| e) Material <i>Skylight</i> | e) Kenyamanan Visual | |
| f) Material Ruangan | f) Kenyamanan Termal | |
| g) Faktor Eksternal : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Letak Geografis ▪ Iklim ▪ Waktu ▪ Kondisi Bangunan Sekitar | | |

III.8. LANGKAH-LANGKAH PENELITIAN

Penelitian ini merupakan suatu proses penelitian yang terdiri dari beberapa tahapan. Setiap tahapan dilakukan dengan metode yang berbeda, namun saling berkaitan dan mendukung tahap penelitian selanjutnya. Adapun urutan metoda yang digunakan adalah :

1. Kajian Teori

Penyajian teori-teori terkait seperti strategi pencahayaan alami, system pemasukkan cahaya, macam-macam bukaan pada atap, standar pencahayaan, kenyamanan visual, strategi penghawaan alami, pergerakan udara dalam bangunan, macam-macam ventilasi, ventilasi atap, perpindahan panas pada atap bangunan, standar kenyamanan termal.

2. Survei Lapangan

Dilakukan untuk mendapatkan data awal mengenai bangunan serta permasalahannya, untuk mengevaluasi kondisi bentuk, dimensi, kondisi

penerangan dan kondisi penghawaan ruang yang menjadi studi kasus. Adapun beberapa hal yang berkaitan dengan survey lapangan:

- a) Mengingat terbatasnya waktu penelitian maka bulan penelitian yang dipilih adalah periode bulan September sampai November.
- b) Waktu penelitian adalah pagi hari pukul 07.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB dan sore pukul 16.00 WIB.
- c) Ruang yang dijadikan penelitian adalah ruang pada daerah pengembangan bangunan.
- d) Pada tahap survey awal, dilakukan pengukuran kondisi bangunan seperti luasan ruang, ketinggian plafon dari lantai bangunan. Selain itu juga dilakukan pengukuran sesaat intensitas cahaya alami (hanya meletakkan lux meter selama 10 menit) pada ruang daerah pengembangan dan pengukuran kondisi termal; suhu dan *velocity* (meletakkan anemometer) pada ruangan tersebut.
- e) Pemotretan kondisi ruang pengembangan pada rumah-rumah yang dijadikan sampel penelitian.
- f) Pengukuran dilakukan per-titik secara simultan dan dilakukan dengan cara :
 - Meletakkan sensor lux meter dan anemometer pada titik dimana berada di bawah bukaan atap pada daerah pengembangan secara bergantian.
 - Setiap pengukuran pada tiap titik, sensor dibiarkan dahulu sekitar 5 – 10 menit sampai angka yang tertera di LCD menjadi cenderung tetap.
 - Setelah tidak berubah, angka dicatat dan pindah ke titik selanjutnya.
 - Begitu seterusnya selama waktu pengukuran yaitu pukul 12.00 WIB dan pukul 16.00 WIB.

3. Perhitungan

Perhitungan digunakan untuk mencari luasan *skylight* yang diperbolehkan melalui perhitungan RTTV. Nilai perpindahan termal dari penutup atap bangunan dengan orientasi tertentu dapat dihitung melalui persamaan¹⁸ :

¹⁸ -----, *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, SNI 03-6389-2000, Badan Standarisasi Nasional

$$RTTV = \frac{\alpha(A_r \times U_r \times TD_{EK}) + (A_s \times U_s \times \Delta T) + (A_s \times SC \times SF)}{A_0}$$

Keterangan :

RTTV : nilai perpindahan termal atap yang memiliki arah atau orientasi tertentu (watt/m^2)

α : absorbtansi radiasi matahari, digunakan 0,89

A_r : luas atap yang tidak tembus cahaya (m^2)

A_s : luas *skylight* (m^2)

A_0 : luas total atap $A_r + A_s$ (m^2)

U_r : transmitansi termal atap tak tembus cahaya ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

TD_{EK} : beda temperatur ekuivalen (K)

SC : koefisien peneduh dari sistem fenetrasi

SF : factor radiasi matahari (W/m^2)

U_s : transmitansi termal fenetrasi (*skylight*) ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$)

AT : beda temperatur perencanaan antara bagian luar dan bagian dalam (diambil 5 K)¹⁹

Konstanta yang digunakan²⁰:

Tabel 3.3 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

| BAHAN DINDING LUAR | α |
|-------------------------------------|----------|
| Beton berat ¹⁾ | 0,91 |
| Bata merah | 0,89 |
| Beton ringan | 0,86 |
| Kayu permukaan halus | 0,78 |
| Beton ekspos | 0,61 |
| Ubin putih. | 0,58 |
| Bata kuning tua. | 0,56 |
| Atap putih | 0,50 |
| Seng putih | 0,26 |
| Bata gelazur putih. | 0,25 |
| Lembaran aluminium yang dikilapkan. | 0,12 |

¹⁾ untuk bangunan nuklir.

¹⁹ Ketentuan dari rumus RTTV pada SNI 03-6389-2000; *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*

²⁰ SNI 03-6389-2000; *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional

Untuk ketentuan-ketentuan konstanta lainnya dapat dilihat di lampiran mengenai SNI 03-6389-2000; *Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional.

4. Eksperimental

- a) Menggunakan AutoCAD 2008²¹ untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi dari studi kasus.
- b) Menggunakan software Ecotect 5.60 untuk menguji rekayasa beberapa model bukaan atap dan kondisi temperatur dalam ruangan. Dari pengujian tersebut akan diketahui rekayasa model yang paling optimal untuk memasukkan cahaya matahari ke dalam ruangan dan rekayasa ventilasi atap yang lebih optimal dalam mengkondisikan udara dalam ruangan secara alami.

III.9. ALAT PENELITIAN

Alat yang digunakan untuk eksperimen adalah :

- 1) Komputer Personal (PC) dan komputer Mobile (Laptop) yang dilengkapi oleh program :
 - a) AutoCAD 2008, digunakan untuk membuat gambar 2 dimensi dan 3 dimensi.
 - b) Ecotect 5.60, digunakan untuk menguji tingkat intensitas cahaya, distribusi cahaya, *daylight factor* dan kondisi termal pada rekayasa beberapa model/kombinasi desain bukaan atap dan ventilasi atap.
 - c) Microsoft Word 2007, digunakan untuk menulis hasil laporan.
 - d) Microsoft Excel 2007, digunakan untuk menyusun data hasil penelitian dalam bentuk tabel.
 - e) Microsoft Visio 2003, digunakan untuk membuat alur piker dalam bentuk bagan-bagan yang terkoneksi.
- 2) Luxmeter atau Lightmeter Lutron LX-103 digunakan untuk mengukur intensitas cahaya pada saat survey, dimana hasilnya akan digunakan sebagai pembandingan hasil simulasi komputer.
- 3) Anemometer, digunakan untuk mengukur temperature ruangan dan kecepatan angin dalam ruangan (velocity), dimana hasilnya akan digunakan sebagai pembandingan hasil simulasi komputer.

²¹ AutoCAD adalah salah satu program komputer berbasis CAD atau Computer Aided Design. AutoCAD digunakan untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Sumber; <http://id.wikipedia.org>

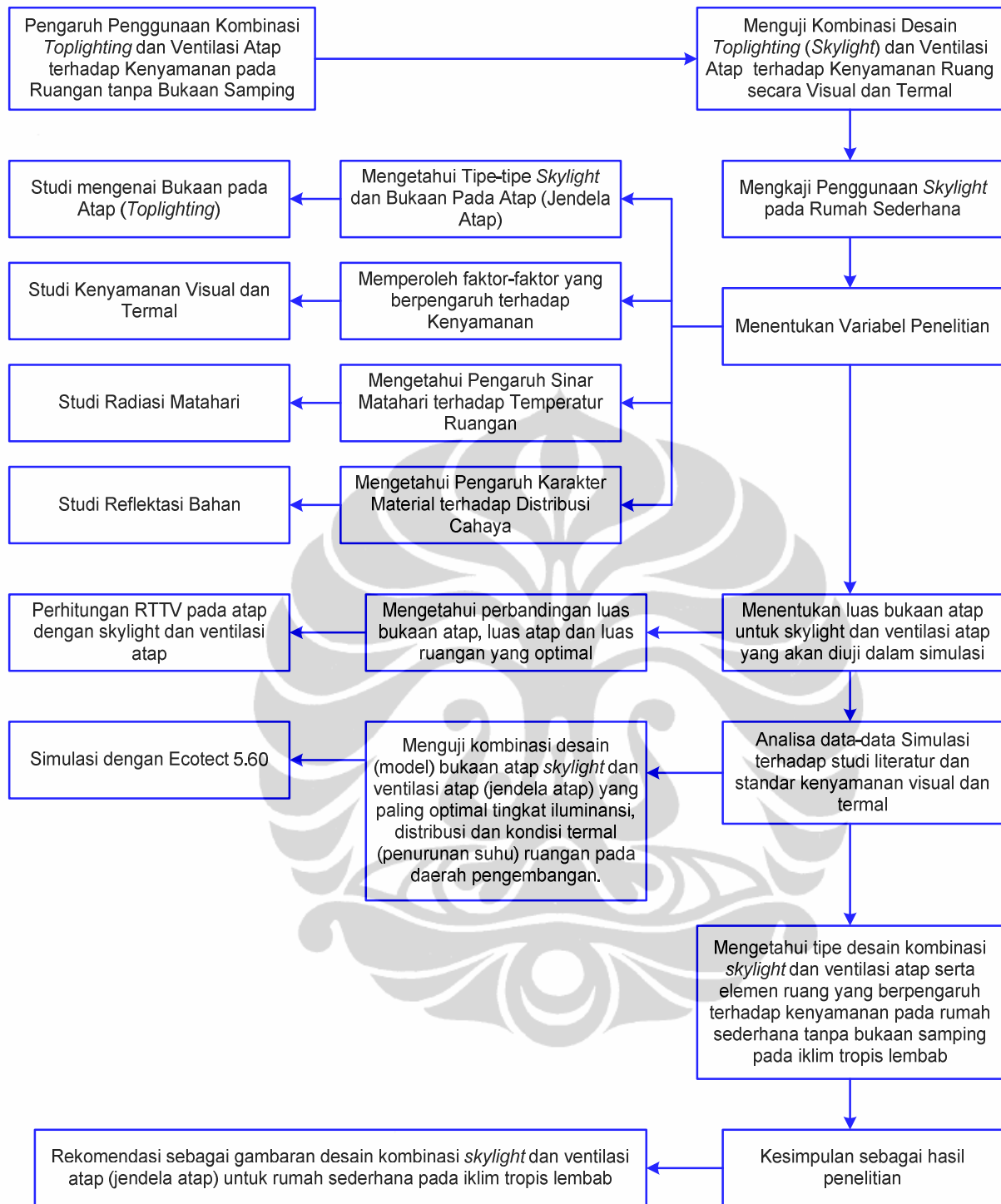
- 4) Kamera Digital Nikon CoolPix 8,1 Megapixels, digunakan untuk mengambil visualisasi (pemotretan) selama proses survey lapangan.

III.10. PROSES PENELITIAN

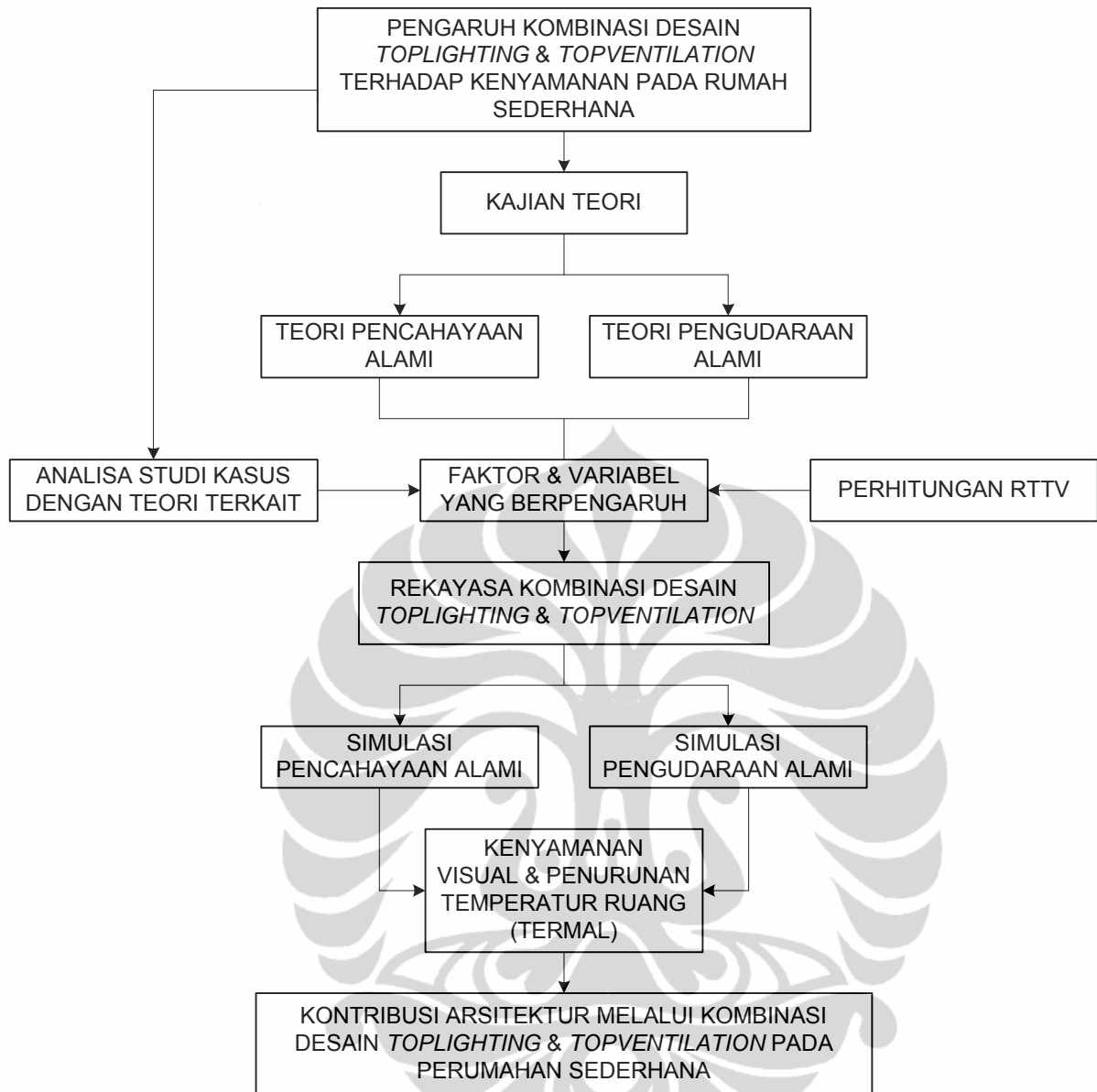
Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, didapat karakter dan desain ruang, faktor eksternal, koordinat dan intensitas cahaya dari ruang yang menggunakan *toplighting/skylight* pada kondisi eksisting. Selain hasil kajian pustaka, faktor-faktor tersebut akan menunjang simulasi *toplighting*. Sementara intensitas cahaya ruang eksisting akan dibandingkan dengan hasil simulasi *toplighting* setelah dikombinasikan dengan ventilasi atas berupa intensitas dan distribusi cahaya. Sedangkan pengukuran temperatur eksisting akan dibandingkan dengan hasil simulasi kombinasi *toplighting* berupa temperatur nyaman.

Dari perbandingan ini akan diketahui apakah pengkombinasian pencahayaan atas (*toplighting*) dengan penghawaan atas (ventilasi atas) yang disimulasikan berdampak positif atau tidak dalam hal memperbaiki tingkat pencahayaan dan penghawaan ruang pengembangan pada rumah sederhana.

Setelah diketahui hasil perbandingan, beberapa temuan model kombinasi *toplighting* terpilih dari hasil simulasi dan kondisi eksisting, kemudian akan dievaluasi terhadap prinsip-prinsip pencahayaan alami dan pengudaraan alami untuk kemudian dapat dijadikan usulan dalam beberapa pengembangan bangunan pada perumahan Pamulang Permai di kota Tangerang. Usulan pengembangan ini akan disimulasikan kembali untuk mendapatkan kombinasi *toplighting* yang paling efektif dalam mencapai kenyamanan visual dan kenyamanan termal setelah dibandingkan dengan hasil simulasi pertama.



Gambar 3.11. Kerangka Penelitian



Gambar 3.12. Kerangka Penelitian secara Umum

III.11. LANGKAH-LANGKAH EKSPERIMEN

III.11.1. Kriteria Model Eksperimen

Model eksperimen ditentukan berdasarkan kriteria-kriteria sebagai berikut :

- a) Model rumah tinggal tipe 21. Hal ini berdasarkan luas rumah sederhana untuk golongan menengah ke bawah dan juga merupakan kondisi rumah terburuk yang membutuhkan banyak tambahan ruang.
- b) Ruang yang akan diuji adalah ruang pengembangan dengan luas 4,70 m x 5,00 m. Hal ini berdasarkan hasil survai lapangan yang telah dilakukan.
- c) Luas skylight adalah 1,60 m². Didapat dari hasil perhitungan RTTV untuk luas atap pada ruang pengembangan 4,85 m x 5,15 m.
- d) Material Atap sesuai kondisi eksisting yaitu asbes.
- e) Material *Skylight* adalah *fiberglass*.
- f) Perletakan skylight yang paling optimal berdasarkan penelitian sebelumnya adalah terletak 1 buah di tengah bidang atap dengan 2 bukaan pada plafon yang tersebar merata secara simetris.
- g) Ruang atap yang berada di antara penutup atap dan plafon berfungsi untuk menahan radiasi, oleh karena itu plafon termasuk variable dalam model eksperimen. Plafon yang digunakan pada model eksperimen adalah plafon datar dan plafon miring.

III.11.2. Variabel Model Eksperimen

Berdasarkan tahap penelitian yang akan dilakukan sebanyak 5 kali simulasi untuk menguji kinerja kombinasi *toplighting (skylight)* dan jendela atap terhadap pencahayaan alami dan pengkondisian udaranya, maka variable-variabel pengaruh yang akan diuji adalah sebagai berikut :

- a) Ada tiga elemen atap/ruang yang berpengaruh terhadap tingkat pencahayaan dan pengudaraan yang masuk melalui bukaan atap, yaitu *skylight*, jendela atap dan plafon/*ceiling*.
- b) Model ditentukan berdasarkan variable yang akan diuji yang diperoleh dari hasil pengamatan pada rumah-rumah sederhana sesuai dengan kasus penelitian, yaitu :
 - Perletakan *skylight* dan jendela atap yaitu satu buah kombinasi *skylight* dan jendela atap di tengah bidang atap.

➤ Perletakkan bukaan pada plafon yaitu dua buah yang terletak secara simetri di tepi bidang plafon.

➤ Derajat kemiringan atap yang akan disimulasikan adalah kemiringan atap 10° .

➤ Tinggi atau jarak plafon dengan penutup atap (volume ruang atap) dan tinggi ruangan dari lantai ke plafon (volume ruangan).

Volume ruang atap tergantung pada tinggi ruangan dari lantai ke plafon, sedangkan volume ruang pengembangan dipengaruhi oleh sudut kemiringan atap, dalam penelitian ini sudut kemiringan atap 10° . Dengan demikian ketinggian plafon dari lantai adalah 2,33 m untuk plafon datar dan 1,90 m – 2,70 m untuk plafon miring.

➤ Waktu pengujian

Waktu yang dipilih berdasarkan hasil pergerakan matahari dan hasil penelitian mengenai intensitas sinar matahari yang mengenai bumi²² adalah Tanggal 21 September, dimana matahari tepat sejajar dengan equator. Selain itu pada bulan September intensitas matahari yang mengenai bumi paling besar dibandingkan dengan bulan lainnya.

Sedangkan dalam satu hari model akan disimulasikan sebanyak 3 kali, yaitu :

- Pagi pukul 07.00 WIB, dimana pada jam ini lampu penerangan sudah tidak digunakan dan sinar matahari sudah mulai dirasakan.
- Siang pukul 12.00 WIB, dimana matahari berada pada titik tertinggi di atas kepala.
- Sore pukul 16.00 WIB, dimana sinar matahari sudah mulai berkurang dan menjelang pukul 17.00 lampu listrik sebagai penerangan sudah mulai digunakan kembali.

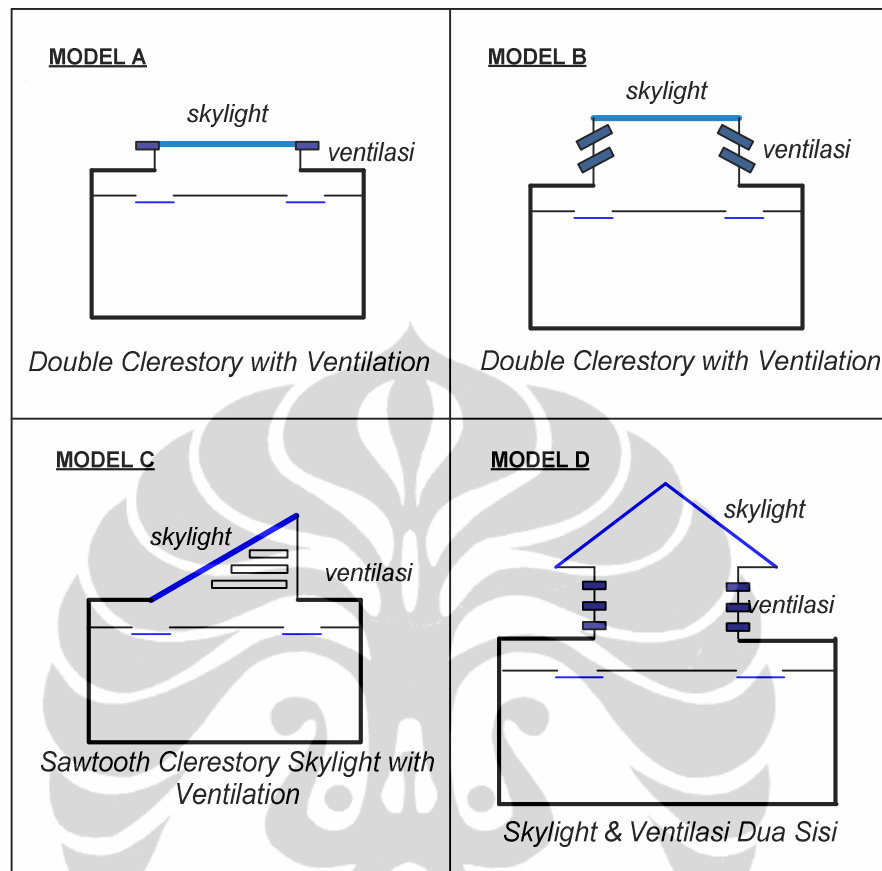
c) Orientasi bangunan yang disimulasikan adalah Selatan-Utara dan Utara-Selatan.

d) Orientasi dari bukaan jendela atap adalah Timur-Barat.

e) Model dari kombinasi skylight dan jendela atap yang digunakan pada simulasi yaitu berbentuk *celestory* dan ventilasi dua sisi.

²² Mintorogo, Danny Santoso, *Skylihgt Adjusted in Surabaya-Indonesia, An Experimental Scale Model to Passive Lighting System for Energy Saving*, Proceeding SENVAR, 2003.

Gambar 3.13 menunjukkan bentuk model-model kombinasi *skylight* dan jendela atap :



Gambar 3.13. Model-model Desain Kombinasi *Toplighting* (*Skylight*) dan Jendela Atap (Sumber : *Dasar-dasar Desain Pencahayaan*, Mark Karlen, James Benya, 2007)

Dengan demikian jumlah seluruh model yang akan disimulasikan dengan komputer sebanyak 32 model, yang terdiri dari :

1. Simulasi Tahap 1 : Simulasi Pencahayaan Alami

- Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Selatan-Utara, bentuk plafon/ceiling datar dengan atap miring (10°).
- Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Selatan-Utara, bentuk plafon/ceiling miring dengan atap miring (10°).
- Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Utara-Selatan, bentuk plafon/ceiling datar dengan atap miring (10°).
- Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Utara-Selatan, bentuk plafon/ceiling miring dengan atap miring (10°).

2. Simulasi Tahap 2 : Simulasi Pengkondisian Udara
 - Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Selatan-Utara, bentuk plafon/ceiling datar dengan atap miring (10°).
 - Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Selatan-Utara, bentuk plafon/ceiling miring dengan atap miring (10°).
 - Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Utara-Selatan, bentuk plafon/ceiling datar dengan atap miring (10°).
 - Model berjumlah 4 buah dengan ketentuan orientasi bangunan Utara-Selatan, bentuk plafon/ceiling miring dengan atap miring (10°).

III.11.3. Asumsi dan Batasan dalam Pemodelan dan Simulasi

Asumsi dan batasan dalam simulasi komputer digunakan untuk mengkondisikan lingkungan dari model bangunan. Hal ini dilakukan karena simulasi tidak dapat mewakili secara tepat kondisi nyata di lapangan. Pada keadaan sebenarnya suatu bangunan akan berada pada suatu lingkungan dengan terdapat beberapa hambatan yang sulit untuk diprediksikan, seperti adanya vegetasi, topografi, bangunan di sekitarnya dan lain-lain.

Asumsi dan batasan juga berguna untuk menyamakan kondisi tiap-tiap model supaya memberikan kemudahan dalam melakukan perbandingan hasilnya.

Dengan demikian diperlukan suatu asumsi-asumsi sebagai batasan dalam melakukan eksperimen ini, yaitu :

- a) Pada simulasi, langit dikondisikan dalam kondisi overcast sky, kondisi dimana awan menaungi langit sebanyak 95%. Waktu dimana kondisi langit dan intensitas sinar matahari yang diterima bumi cukup tinggi adalah pada bulan Agustus sampai dengan September.
- b) Ruang diasumsikan tertutup tanpa adanya bukaan dari samping. Sumber pencahayaan alami hanya didapat dari bukaan yang ada pada atap dan plafon.
- c) Lingkungan sekitar bangunan diasumsikan bebas dari hambatan, baik hambatan yang akan mempengaruhi sinar matahari yang menimpa atap maupun hambatan yang akan mempengaruhi pengkondisian udara.

- d) Kondisi dinding ruangan diasumsikan bukan merupakan sumber panas karena berbatasan langsung dengan ruang/bangunan lain sehingga tidak terkena sinar matahari langsung.
- e) Simulasi tidak dirancang terhadap pengaruh kelembaban udara.

