

PENGARUH PENATAAN TAPAK TERHADAP KENYAMANAN TERMAL DI RUANG LUAR BANGUNAN KAMPUS

**Obyek Studi : Ruang Luar Kampus dan Ruang Luar Bangunan Rektorat
Universitas Katolik Parahyangan di Bandung**

TESIS RISET

**Disusun oleh :
MIRAH DEWI PANGESTU
NPM : 2007841007**



**MAGISTER TEKNIK ARSITEKTUR
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
2009**

PENGARUH PENATAAN TAPAK TERHADAP KENYAMANAN TERMAL DI RUANG LUAR BANGUNAN KAMPUS

**Obyek Studi : Ruang Luar Kampus dan Ruang Luar Bangunan Rektorat
Universitas Katolik Parahyangan di Bandung**

**Disusun oleh :
MIRAH DEWI PANGESTU
NPM : 2007841007**

PERSETUJUAN TESIS RISET

**PEMBIMBING UTAMA :
DR. IR. RUMIATI ROSALINE TOBING, MT**

**KO-PEMBIMBING :
IR. E.B. HANDOKO SUTANTO, MT**

**PENGUJI :
IR. HERMAN WILIAN TO, MSP, Ph.D**

**PENGUJI :
DR. IR. HARASTOETI DIBYO HARTONO, MSA**

ABSTRAK

Sebagian besar kehidupan mahasiswa dijalani di kampus, baik untuk melakukan kegiatan perkuliahan di ruangan tertutup, maupun kegiatan yang dapat menunjang perkuliahan dan kegiatan ekstrakurikuler. Kegiatan-kegiatan ini umumnya dilakukan di ruang terbuka (*open space*) dan di ruang luar (*outdoor space*) yang terlindung oleh atap serta bersifat terbuka atau semi terbuka. Ruang-ruang ini dapat berupa simpul-simpul aktivitas yang khusus direncanakan, seperti pada ruang di antara bangunan atau di jalur-jalur sirkulasi, seperti teras, selasar dan koridor.

Di dalam melakukan kegiatan tersebut mahasiswa membutuhkan kenyamanan termal, namun kenyamanan termal di ruang luar umumnya tidak memadai jika digunakan untuk beraktivitas, terutama dikarenakan kondisi kecepatan gerakan udara seringkali di luar batas nyaman. Kenyamanan termal di ruang luar dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Faktor eksternal berupa topografi, bangunan sekitar dan kinerja dari temperatur, kelembaban, arah dan kecepatan gerakan udara, sedangkan faktor internal berupa elemen-elemen pembentuk ruang luar, tingkat keterbukaan ruang, dimensi serta bentuk ruang, dan kondisi elemen-elemen penunjang lainnya pada ruang luar tersebut.

Untuk dapat mencapai tingkat kenyamanan termal yang diinginkan, perlu dilakukan pengendalian arah dan kecepatan gerakan udara di ruang luar melalui desain penataan tapak secara optimal. Hal ini diwujudkan dalam desain bentuk dan tata letak bangunan dan tanaman, serta pengolahan permukaan tanah dan elemen tapak lainnya, yang mampu mengkondisikan gerakan udara eksternal dengan memanfaatkan perbedaan tekanan udara.

Penelitian bertujuan untuk (1) mengetahui kualitas arsitektural ruang-ruang luar kampus yang menjadi obyek studi awal, peranannya bagi pengguna, serta pengaruh elemen-elemen pembentuk ruang luar dalam mengendalikan pergerakan udara di ruang-ruang luar tersebut, (2) menemukan pengaruh penataan tapak terhadap kenyamanan termal di ruang luar melalui pengukuran di lapangan dan simulasi kondisi eksisting pada obyek studi utama, serta (3) menemukan bentuk rekondisi desain penataan tapak melalui simulasi, yang dapat mengoptimalkan gerakan udara untuk menunjang kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus.

Penelitian dilakukan dalam tiga tahapan, (1) melakukan pengamatan pada ruang-ruang luar kampus dengan metode kualitatif – interpretatif, (2) melakukan pengukuran pada ruang luar bangunan dengan metode kuantitatif – deskriptif, dan (3) melakukan simulasi kondisi eksisting dan rekondisi desain penataan tapak dengan metode eksperimental menggunakan program komputer.

Berdasarkan pengamatan, keberadaan ruang luar pada kampus UNPAR sangat efektif, namun jumlahnya belum mencukupi dan belum merata terutama pada area selatan tapak. Sedangkan bangunan, tanaman dan pengolahan permukaan tanah umumnya dapat berperan dalam mengendalikan pergerakan udara, kecuali pada ruang luar bangunan rektorat yang berada dalam kondisi tidak nyaman hingga sangat tidak nyaman. Berdasarkan hasil pengukuran dan simulasi kondisi eksisting di ruang luar bangunan rektorat, bangunan sekitar dan pepohonan pada tapak dapat mengendalikan aliran udara yang menuju ke bangunan rektorat, sedangkan pagar terali terbuka tanpa semak tidak efektif dalam menurunkan kecepatan gerakan udara pada tapak, dan bentuk bangunan rektorat menyebabkan efek venturi yang dapat meningkatkan kecepatan gerakan udara. Dari hasil rekondisi desain dengan menggunakan tanaman dapat memperbaiki kualitas gerakan udara yang terbentuk, namun tidak cukup untuk merubah kecepatan gerakan udara. Sebaliknya, rekondisi dengan menggunakan sirip horisontal selain dapat memperbaiki kualitas udara yang terbentuk, juga dapat menurunkan kecepatan gerakan udara secara signifikan.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa penataan tapak melalui bentuk dan tata letak bangunan lebih berpengaruh terhadap kenyamanan termal di ruang luar bangunan daripada melalui bentuk dan tata letak tanaman, sedangkan melalui pengolahan permukaan tanah dapat mengarahkan aliran udara menuju ketinggian posisi duduk. Untuk memperoleh hasil yang lebih akurat disarankan untuk melakukan pengukuran temperatur radiasi dan simulasi dilakukan dengan mengambil sampel pengukuran lebih banyak dari 400 x. Dalam perancangan ruang luar bangunan, bentuk dan tata letak bangunan serta tanaman, dan pengolahan permukaan tanah juga harus dipertimbangkan untuk kepentingan pengendalian gerakan udara yang berlebihan.

ABSTRACT

Most of students' life goes around their campus. Beside class activities, they also have extra-curricular ones. They often do these activities at open spaces and/or roof-covered semi-open or full-open outdoor spaces. These are specifically-designed activity nodes such as inter-building spaces or circulation areas like terraces, alleys, or corridors. In doing their activities students need thermal comfort. However, outdoor thermal comfort is usually inadequate for human activities, especially the wind speed condition which is often out of the comfort level.

Outdoor thermal comfort is affected by external and internal factors. External factors are topography, surrounding buildings, and performance of temperature, humidity, and (direction and speed of) airflow. Internal ones are the outdoor space's building elements, its openness level, its form and dimension, and other supporting elements the outdoor space has.

To achieve the desired thermal comfort level, one needs to control the direction and the speed of airflow through an optimal site arrangement. This may be accomplished through form and positioning of buildings and plant, land contour design, as well as other site elements, in such a way as to condition external airflow resulting from the difference in air pressure.

The goals of this research are (1) to discover architectural qualities of typical campus' outdoor spaces, their role for their users, and the effects of their building elements in controlling airflow going through them, (2) to find out the effects of site arrangements to thermal comfort, using field measurements and computer simulation of the site's existing conditions, and (3) to find out the proper site recondition/rearrangement which optimizes airflow to support outdoor thermal comfort, again by using computer simulation.

The research is carried out in three phases, (1) observation of campus outdoor spaces with qualitative–interpretative methods, (2) measuring of outdoor spaces with quantitative–descriptive methods, and (3) simulation of existing site condition and its reconditioned arrangement with experimental method using a computer software.

Based on observations, it is found that the existence of UNPAR's campus outdoor spaces is effective, but their number is not enough and they are not evenly-distributed especially at the site's southern area. Buildings, plants, and site contour design are generally able to control airflow, except for the rectorate's outdoor space which lies in the uncomfortable to very-uncomfortable condition. Based on measurements and simulations of existing condition around rectorate building, its surrounding buildings and plants are able to control the airflow going into the building, meanwhile the shrub-free open fence is not effective to slow it down. The building's form itself causes ventury effect which can increase the speed of the airflow.

From reconditioning the objects, plants are found to be able to improve the airflow's quality but not enough to change its speed. On the other hand, horizontal fins can improve airflow quality as well as significantly slowing it down.

The result of this study shows that site arrangements through form and positioning of a building have more effect to thermal comfort than through form and positioning of plants, and contour design can direct airflow to a height of sitting human. For more accurate results it is suggested to measure radiation temperature, and simulation is carried out with more measurement samples than 400 times which taken in this study. In designing building's outdoor spaces, its form and positioning, plants, and contour design should be considered to control any excessive airflow.

KATA PENGANTAR

Diawali dari pengalaman pribadi sebagai dosen dalam aktivitas keseharian saat melintas di lorong bangunan rektorat UNPAR Bandung. Gerakan udara seringkali berhembus dengan kencang, membuat udara terasa dingin di wajah, rambut terganggu, dan ketidaknyamanan mulai terasa. Sementara banyak mahasiswa berkumpul untuk melakukan berbagai aktivitas seperti bersantai sambil bersosialisasi atau menunggu kuliah, diskusi, koneksi internet hingga kegiatan ekstrakurikuler yang dilakukan secara berkelompok. Lalu terbersit pertanyaan bagaimanakah kondisi kenyamanan termal terutama pergerakan udara di ruang luar bangunan utama dari kampus UNPAR tersebut, dan juga di ruang-ruang luar lainnya yang ada di kampus UNPAR. Mengingat pentingnya peranan ruang luar bagi mahasiswa, adakah cara-cara yang dapat dilakukan untuk mengendalikan gerakan udara di ruang luar, agar mahasiswa dapat beraktivitas dengan nyaman. Tesis ini merupakan jawaban dari rasa keingintahuan tersebut, melalui suatu penelusuran olah pikir yang masih perlu terus dikembangkan lebih lanjut.

Segala puji, hormat serta syukur hanya bagi Yahwe yang memberi kehidupan dan keselamatan - Yahushua Hamashiach - atas kesempatan untuk dapat menempuh studi di program magister; atas penyertaanMU dalam hikmat pengetahuan, kesabaran, keuletan, ketabahan dan kekuatan, sehingga studi ini dapat diselesaikan; dan atas segala kebaikan kasihMu yang melimpah, melebihi dari apa yang dipikirkan dan diharapkan. Sebagai ungkapan rasa syukur, hidup dan karya ini dipersembahkan hanya bagiMu.

Proses pengerjaan tesis yang dimulai dari pengamatan dan pengukuran di lapangan, simulasi dengan program komputer, hingga penyusunan dan penulisan laporan, tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Melalui kesempatan yang berharga ini, akan disampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

- Rektor UNPAR : Ibu Dr. Ir. Cecilia Lauw atas dukungan doa dan dana sehingga studi ini dapat diselesaikan, namun tetap terasa bagaikan sebuah mimpi.
- Suami tercinta : John Hardjono, serta anak-anak tersayang : Cecilia-Ferry, Christyan dan Cassandra, yang telah memberikan kesempatan, kepercayaan dan dukungan sepenuh hati di sepanjang menempuh pendidikan magister ini.
- Dosen Pembimbing utama dan Ko-Pembimbing : Dr. Ir. Rumiati Rosaline Tobing, MT dan Ir. E. B. Handoko Sutanto, MT, yang selalu siap memberi masukan dan dorongan semangat sehingga tesis ini dapat selesai tepat waktu.
- Dosen-dosen Penguji : Ir. Herman Wilianto, MSP, Ph.D; Dr. Ir. Purnama Salura, MM, MT; Dr. Ir. Kamal Abdulah Arif, M.Eng dan Dr. Ir. Harastoeti Dibyo Hartono, MSA atas masukan dan dukungannya.

- Para narasumber yang selalu siap memberi masukan dan menjadi rekan diskusi : Prof. Dr. Ir. RM. Soegijanto, IPM (Teknik Fisika ITB) ; Prof. Ir. Tri Harso Karyono, MA, Ph.D (Teknik Arsitektur UNTAR), dan Ir. Surjamanto Wonorahardjo, MT (Arsitektur ITB).
- Rekan-rekan di Laboratorium Fisika Bangunan Jurusan Arsitektur UNPAR untuk diskusi dan dukungannya : Ir. Amirani Ritva Santoso, MT; Nancy Yusnita Nugroho, ST, MT; Olivia Harsadi, ST; Oki Darmawan, ST; Benedictus Edward, ST, dan Irawati C. H, ST, MT.
- Rekan-rekan di Magister Arsitektur UNPAR atas kebersamaan dan keceriaan selama studi : Fakhria Ulfah, Rio Aribowo, Susanti, Iwan Purnama dan Ardha Yasmira.
- Rekan-rekan di Institut Teknologi Nasional yang telah menjadi rekan diskusi dan memberi dukungan dalam simulasi dengan program komputer : Nur Laela Latifah, ST, MT; Erwin Yuniar, ST, MT dan Fajri, ST.
- Alumni dan mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur UNPAR atas dukungan selama proses penelitian di lapangan dan pengolahan data : Yuli-2003, Yulius-2004, Yohanes-2004, Iwan Widjaja-2004, Mentndy-2005, dan Andy Budiman-2007.
- Seluruh staf dosen, staf Administrasi dan pekarya Fakultas Teknik UNPAR.
- Seluruh staf Administrasi dan pekarya Program Pascasarjana UNPAR
- Seluruh staf perpustakaan UNPAR.
- Pihak-pihak yang telah memungkinkan terselesaikannya tesis ini, namun nama-namanya tidak dapat disebutkan satu persatu di sini.

Dengan keterbatasan waktu, pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki, maka disadari bahwa makalah tesis ini belum sempurna. Saran dan kritik untuk lebih menyempurnakannya sangatlah diharapkan. Kiranya hasil penelitian ini dapat memperkaya pengetahuan, khususnya bagi mereka yang mendalami bidang dan topik penelitian sejenis.

Bandung, Februari 2009,
pada kondisi gerakan udara yang nyaman.

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 LATAR BELAKANG	1
I.2 PERUMUSAN MASALAH	8
I.3 HIPOTESIS	9
I.4 TUJUAN PENELITIAN	9
I.5 MANFAAT PENELITIAN	9
I.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN	10
I.7 ALUR PIKIR PENELITIAN	11
I.8 SISTEMATIKA PEMBAHASAN LAPORAN	12
BAB II LANDASAN TEORI	14
II.1 KAMPUS PERGURUAN TINGGI	14
II.1.1 SEJARAH PERKEMBANGAN KAMPUS	14
II.1.2 PENDEKATAN PERENCANAAN FISIK KAMPUS	15
II.1.3 PERKEMBANGAN SISTEM PENDIDIKAN TINGGI	17
II.2 RUANG LUAR	19
II.2.1 PENGERTIAN RUANG LUAR	19
II.2.2 UNSUR-UNSUR PEMBENTUK RUANG LUAR	21
II.2.3 KARAKTERISTIK RUANG LUAR	23
II.2.4 LOKASI DAN AKSESIBILITAS RUANG LUAR	24
II.2.5 RUANG LUAR SEBAGAI FUNGSI SIRKULASI DAN SIMPUL AKTIVITAS	25
II.3 KARAKTERISTIK IKLIM TROPIS HANGAT LEMBAB	29
II.4 KENYAMANAN TERMAL	30
II.5 ZONA KENYAMANAN TERMAL	32
II.6 GERAKAN UDARA	34
II.6.1 PRINSIP GERAKAN UDARA	35
II.6.2 GERAKAN UDARA DAN BANGUNAN	38
II.6.3 GERAKAN UDARA DAN TANAMAN	41
II.6.4 GERAKAN UDARA DAN TOPOGRAFI	47
II.6.5 GERAKAN UDARA DAN PAGAR	48
II.7 DAMPAK KECEPATAN GERAKAN UDARA PADA SKALA BEAUFORT	53
II.8 PENGUKURAN TERMAL DENGAN ALAT UKUR	54
BAB III METODE PENELITIAN	56
III.1 SKEMA METODE PENELITIAN	56
III.2 VARIABEL PENELITIAN	57
III.3 PENENTUAN OBYEK STUDI	58
III.4 PENENTUAN FOKUS PENGAMATAN DI RUANG LUAR KAMPUS UNPAR	58
III.5 PENENTUAN PENGUKURAN DI RUANG LUAR BANGUNAN UNPAR	59
III.6 PERALATAN YANG DIGUNAKAN	60
III.7 CARA PENGUKURAN	62
III.8 PEROLEHAN TEMPERATUR EFEKTIF	62
III.9 PENENTUAN PENELITIAN EKSPERIMEN	64
III.10 TAHAPAN ANALISIS SAMPAI PADA KESIMPULAN	65

BAB IV RUANG LUAR KAMPUS UNPAR BANDUNG	68
IV.1 TATA MASSA BANGUNAN DAN RUANG PADA KAMPUS UNPAR	69
IV.2 RUANG-RUANG LUAR DI KAMPUS UNPAR	71
IV.2.1 <i>STUDENT CENTER 1</i>	75
IV.2.2 <i>STUDENT CENTER 2</i>	77
IV.2.3 TAMAN GEDUNG 3	79
IV.2.4 TAMAN <i>WORK-SHOP</i>	81
IV.2.5 TAMAN HUMANIORA	83
IV.2.6 <i>PENDOPO GENSET</i>	85
IV.2.7 LORONG BANGUNAN REKTORAT	87
IV.2.8 TERAS DEPAN BANGUNAN REKTORAT	90
IV.2.9 TERAS GEDUNG 5	92
IV.2.10 JALUR SIRKULASI BELAKANG BANGUNAN REKTORAT	94
IV.2.11 JALUR SIRKULASI GEDUNG 2	96
IV.2.12 JALUR SIRKULASI GEDUNG 3	98
IV.2.13 JALUR SIRKULASI GEDUNG 4	100
IV.3 TEMUAN DAN KESIMPULAN	102
BAB V RUANG LUAR BANGUNAN REKTORAT UNPAR BANDUNG	112
V.1 KARAKTERISTIK IKLIM	118
V.1.1 TERHADAP KARAKTERISTIK UMUM IKLIM KOTA BANDUNG	118
V.1.2 TERHADAP DATA IKLIM DARI BMG STASIUN BANDUNG	123
V.1.3 TEMUAN DAN KESIMPULAN	124
V.2 KONDISI KENYAMANAN TERMAL	126
V.2.1 LOKASI DEPAN BANGUNAN REKTORAT	127
V.2.2 LOKASI LORONG BANGUNAN REKTORAT	131
V.2.3 LOKASI BELAKANG BANGUNAN	137
V.2.4 TEMUAN DAN KESIMPULAN	141
V.3 SIMULASI PERILAKU GERAKAN UDARA	145
V.3.1 SIMULASI KONDISI EKSISTING	147
V.3.2 SIMULASI REKONDISI DESAIN	162
V.3.3 EVALUASI KONDISI KENYAMANAN TERMAL PASCA SIMULASI REKONDISI DESAIN	170
V.3.4 TEMUAN DAN KESIMPULAN	172
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	177
VI.1 KESIMPULAN	178
VI.1.1 MENGURAIKAN TUJUAN PENELITIAN	178
VI.1.2 MENJAWAB PERTANYAAN PENELITIAN	183
VI.1.3 MEMBUKTIKAN HIPOTESIS	190
VI.2 SARAN	191
VI.2.1 BAGI PENELITI	191
VI.2.2 BAGI PERANCANG	192
VI.3 PENUTUP	193
DAFTAR PUSTAKA	195

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Ruang luar kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.....	4
Gambar I.2 Ruang luar kampus Universitas Kristen Petra Surabaya.....	5
Gambar I.3 Ruang luar kampus Institut Teknologi Bandung.....	6
Gambar I.4 Ruang luar kampus Universitas Kristen Maranatha Bandung.....	6
Gambar I.5 Skema Alur Pikir Penelitian.....	11
Gambar II.1 Ruang luar beratap pada Universiti Teknologi Petronis di Malaysia (Newman, 2003: 122).....	26
Gambar II.2 Pintu masuk utama dari Center for Clinical Sciences Research pada Standford University di California (Newman, 2003: 56).....	27
Gambar II.3 Central courtyard dari Center for Clinical Sciences Research pada Standford University di California (Newman, 2003: 56).....	27
Gambar II.4 <i>Shelter outdoor</i> SBM-ITB.....	29
Gambar II.5 Psychrometric Chart (Koenigsberger, 1975:16).....	33
Gambar II.6 ET/CET Nomogram (Koenigsberger, 1975:54).....	33
Gambar II.7 Sistem sirkulasi sekunder dari tekanan udara : udara bergerak dari daerah bertekanan positif ke negatif (Boutet 1987:5).....	35
Gambar II.8 Pola aliran gerakan udara (Boutet, 1987:42 dan Lechner, 2001:256).....	36
Gambar II.9 Perubahan pola gerakan udara dari kategori a ke b, c dan d (Boutet, 1987:43).....	36
Gambar II.10 Pergesekan udara dengan kekasaran permukaan tanah akan mengurangi kecepatan gerakan udara (Boutet, 1987:44).....	37
Gambar II.11 Diagram besar kecepatan gerakan udara berdasarkan ketinggian dari permukaan tanah (Koenigsberger, 1975:36 dan Brown, 2001:17).....	37
Gambar II.12 Prinsip-prinsip dasar dalam mengendalikan gerakan udara (Moore 1993:178-179).....	38
Gambar II.13 Gerakan udara di sekitar bangunan akan membentuk zona tekanan positif dan negatif (Boutet, 1987:51 dan Evans, 1980:65).....	39
Gambar II.14 Gerakan udara di antara bangunan (Boutet, 1987:83).....	40
Gambar II.15 Ketinggian bangunan akan mempengaruhi panjang daerah bayangan angin (Boutet, 1987:62).....	40
Gambar II.16 Bangunan tinggi dengan bagian dasarnya diangkat (Moore, 1993:181).....	40
Gambar II.17 Bila sudut atap meningkat maka tinggi dan kedalaman area tenang akan meningkat (Boutet, 1987:64).....	40
Gambar II.18 Untuk mencapai gerakan udara yang optimal pada lorong maka ukuran <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> harus sama atau ukuran <i>outlet</i> lebih besar daripada <i>inlet</i> (Boutet, 1987:72).....	41
Gambar II.19 Peran tanaman dalam mengendalikan gerakan udara (Boutet, 1987:48).....	42
Gambar II.20 Tanaman mempengaruhi pola gerakan udara (Boutet, 1987:77).....	42
Gambar II.21 Penurunan kecepatan aliran udara melalui tanaman akan lebih besar bila jenis pohon lebih bervariasi (Boutet, 1987:49).....	42
Gambar II.22 Pengaruh ketebalan tanaman terhadap panjang daerah bayangan angin (Boutet, 1987:50).....	42
Gambar II.23 Pengaruh lebar tanaman terhadap lebar daerah bayangan angin (Boutet, 1987:49).....	42
Gambar II.24 Pengaruh tinggi penahan angin terhadap panjang daerah bayangan angin (Watson1983:84).....	43
Gambar II.25 Panjang maksimum daerah bayangan angin (Watson1983:84).....	44
Gambar II.26 Pengurangan kecepatan aliran udara dengan tanaman (Brown, 2001:130).....	44
Gambar II.27 Distribusi kecepatan gerakan udara di sekeliling penahan angin dengan tingkat kepadatan sedang (Melaragno, 1982:377).....	45
Gambar II.28 Pengaruh dari penahan angin yang terputus. (Melaragno, 1982:378).....	45
Gambar II.29 Penempatan semak dari pohon mempengaruhi gerakan udara (Melaragno, 1982:346).....	46
Gambar II.30 Berbagai tanaman berdasarkan jenis, ketinggian dan bentuk fisik (Chiara, 1997:144).....	47
Gambar II.31 Arah dan kecepatan gerakan udara dipengaruhi oleh bentuk permukaan tanah (Boutet, 1987:45-46,74).....	48
Gambar II.32 Arus <i>Eddy</i> di belakang pagar yang sama sekali rapat (Melaragno, 1982:381).....	48
Gambar II.33 Pengurangan kecepatan gerakan udara pada pagar dengan berbagai tingkat keterbukaan. (Melaragno, 1982:377).....	49
Gambar II.34 Sepuluh tipe pagar yang berbeda diuji di terowongan angin. (Boutet, 1987:79-81).....	50

Gambar II.35 Pengaruh jarak penahan angin terhadap muka bangunan dan ketinggian muka bangunan terhadap kecepatan gerakan udara pada daerah sisi muka angin dari bangunan (Watson, 1983:86).	52
Gambar III.1 Skema Metode Penelitian	56
Gambar III.2 Skema Hubungan Antar Variabel Penelitian	57
Gambar III.3 Alat 4 in 1 Environment Tester	61
Gambar III.4 Cara mendapatkan WBT dari data DBT dan RH yang telah diukur di lapangan	63
Gambar III.5 Cara mendapatkan Temperatur Efektif dari data DBT dan AV yang telah diukur di lapangan	64
Gambar IV.1 PETA BANDUNG dan RENCANA TAPAK UNPAR	68
Gambar IV.2 RENCANA TAPAK dan POTONGAN TAPAK	70
Gambar IV.3 Jalur sirkulasi dan simpul aktivitas yang berada di kampus UNPAR	70
Gambar IV.4 Lokasi titik-titik sarana <i>Wi-Fi</i> yang tersebar di lingkungan kampus UNPAR	71
Gambar IV.5 Peta lokasi ruang-ruang luar di kampus UNPAR	72
Gambar IV.6 Lokasi 1 – <i>Student Center 1</i>	75
Gambar IV.7 Perilaku gerakan udara pada lokasi 1 – <i>Student Center 1</i>	76
Gambar IV.8 Lokasi 2 – <i>Student Center 2</i>	77
Gambar IV.9 Perilaku gerakan udara pada lokasi 2 – <i>Student Center 2</i>	78
Gambar IV.10 Lokasi 3 – Taman Gedung 3	79
Gambar IV.11 Perilaku gerakan udara pada lokasi 3 – Taman Gedung 3	80
Gambar IV.12 Lokasi 4 – Taman <i>Work-Shop</i>	81
Gambar IV.13 Perilaku gerakan udara pada lokasi 4 – Taman <i>Work-Shop</i>	82
Gambar IV.14 Lokasi 5 – Taman Humaniora	83
Gambar IV.15 Perilaku gerakan udara pada lokasi 5 – Taman Humaniora	84
Gambar IV.16 Lokasi 6 – Pendopo <i>Genset</i>	85
Gambar IV.17 Perilaku gerakan udara pada lokasi 6 – Pendopo <i>Genset</i>	86
Gambar IV.18 Lokasi 7 – Lorong Bangunan Rektorat	87
Gambar IV.19 Perilaku gerakan udara pada lokasi 7 – Lorong Bangunan Rektorat	88
Gambar IV.20 Lokasi 8 – Teras Depan Bangunan Rektorat	90
Gambar IV.21 Perilaku gerakan udara pada lokasi 8 – Teras Depan Bangunan Rektorat	91
Gambar IV.22 Lokasi 9 – Teras Gedung 5	92
Gambar IV.23 Perilaku gerakan udara pada lokasi 9 – Teras Gedung 5	93
Gambar IV.24 Lokasi 10 – Jalur Sirkulasi Belakang Bangunan Rektorat	94
Gambar IV.25 Perilaku gerakan udara pada lokasi 10 – Jalur Sirkulasi Belakang Bangunan Rektorat	95
Gambar IV.26 Lokasi 11 – Jalur Sirkulasi Gedung 2	96
Gambar IV.27 Perilaku gerakan udara pada lokasi 11 – Jalur Sirkulasi Gedung 2	97
Gambar IV.28 Lokasi 12 – Jalur Sirkulasi Gedung 3	98
Gambar IV.29 Perilaku gerakan udara pada lokasi 12 – Jalur Sirkulasi Gedung 3	99
Gambar IV.30 Lokasi 13 – Jalur Sirkulasi Gedung 4	100
Gambar IV.31 Lokasi 13 – Perilaku gerakan udara pada Jalur Sirkulasi Gedung 4	101
Gambar IV.32 Diagram kestrategisan lokasi ruang luar	102
Gambar IV.33 Diagram keragaman aktivitas yang dilakukan di ruang luar	103
Gambar IV.34 Diagram frekuensi penggunaan ruang luar	104
Gambar V.1 Tapak dan Tampak bangunan rektorat UNPAR	112
Gambar V.2 Denah dan Tampak lorong bangunan rektorat UNPAR	113
Gambar V.3 Fungsi ruang terbuka bangunan rektorat	114
Gambar V.4 Vegetasi pada ruang terbuka bangunan rektorat	115
Gambar V.5 Ruang luar di depan dan lorong bangunan rektorat	116
Gambar V.6 Ruang luar di belakang bangunan rektorat	117
Gambar V.7 Denah titik pengukuran	118
Gambar V.8 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 1, 2, 3, dan 4	127
Gambar V.9 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 1, 2, 3, dan 4	128
Gambar V.10 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 5, 6, 7, 8, dan 9	129
Gambar V.11 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 5, 6, 7, 8, dan 9	130
Gambar V.12 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 10,13, 14, 15, dan 18	131
Gambar V.13 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 10,13, 14, 15, dan 18	132

Gambar V.14 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 11, 12, 16, dan 17	133
Gambar V.15 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 11, 12, 16, dan 17	134
Gambar V.16 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 19, 20, 21, 22, dan 23	135
Gambar V.17 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 19, 20, 21, 22, dan 23	136
Gambar V.18 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 26, 27, dan 28	137
Gambar V.19 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 26, 27, dan 28	138
Gambar V.20 Analisis pengolahan data pengukuran di musim hujan pada TU 24, 25, 29, dan 30	139
Gambar V.21 Analisis pengolahan data pengukuran di musim kemarau pada TU 24, 25, 29, dan 30	140
Gambar V.22 Lokasi depan bangunan	141
Gambar V.23 Lokasi lorong bangunan	141
Gambar V.24 Peningkatan AV pada lorong bangunan	142
Gambar V.25 Lokasi belakang bangunan	143
Gambar V.26 Model tapak dan bangunan tiga dimensi terskala	146
Gambar V.27 Grid pengaturan arah gerakan udara	146
Gambar V.28 Simulasi arah datang aliran udara dari barat dan timur	147
Gambar V.29 Model simulasi kondisi eksisting	147
Gambar V.30 Perilaku gerakan udara pada tapak dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	148
Gambar V.31 Kecepatan gerakan udara (AV) dalam m/detik pada kedua sisi bangunan rektorat	149
Gambar V.32 Perilaku gerakan udara pada teras bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	150
Gambar V.33 Perilaku gerakan udara pada area <i>drop-off</i> bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	151
Gambar V.34 Perilaku gerakan udara pada sisi utara lorong bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	152
Gambar V.35 Perilaku gerakan udara pada sisi selatan lorong bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	153
Gambar V.36 Perilaku gerakan udara pada area tangga bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	154
Gambar V.37 Perilaku gerakan udara pada area belakang bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari barat	155
Gambar V.38 Perilaku gerakan udara pada tapak dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	156
Gambar V.39 Perilaku gerakan udara pada teras bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	157
Gambar V.40 Perilaku gerakan udara pada area <i>drop-off</i> bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	158
Gambar V.41 Perilaku gerakan udara pada lorong bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	159
Gambar V.42 Perilaku gerakan udara pada area tangga bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	160
Gambar V.43 Perilaku gerakan udara pada area belakang bangunan rektorat dalam simulasi kondisi eksisting dengan aliran udara dari timur	161
Gambar V.44 Area rekondisi desain	162
Gambar V.45 Model simulasi rekondisi dengan menggunakan tanaman	163
Gambar V.46 Model simulasi rekondisi dengan menggunakan sirip horisontal	163
Gambar VI.1 Ruang luar di lokasi depan bangunan rektorat	185
Gambar VI.2 Ruang luar di lokasi lorong bangunan rektorat	185
Gambar VI.3 Ruang luar di lokasi belakang bangunan rektorat	186

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Dampak kecepatan gerakan udara pada skala Beaufort (Koenigsberger, 1975:17)	53
Tabel IV.1 Fungsi, wujud dan hubungan fungsional ruang luar.....	105
Tabel IV.2 Pengguna ruang luar	106
Tabel IV.3 Kondisi kenyamanan gerakan udara	107
Tabel IV.4 Peranan Bangunan, Tanaman dan Pengolahan permukaan tanah dalam mengendalikan pergerakan udara	109
Tabel V.1 Hasil pengukuran di bulan Februari 2008 – musim hujan	120
Tabel V.2 Hasil pengukuran di bulan Juli 2008 – musim kemarau.....	122
Tabel V.3 Data iklim rata-rata dari BMG dan di ruang luar.....	123
Tabel V.4 Rentang kecepatan gerakan udara di ruang luar bangunan rektorat	162
Tabel V.5 Analisis simulasi rekondisi pada tapak dengan gerakan udara dari barat.....	164
Tabel V.6 Analisis simulasi rekondisi pada sisi utara lorong bangunan dengan gerakan udara dari barat	165
Tabel V.7 Analisis simulasi rekondisi pada sisi selatan lorong bangunan dengan gerakan udara dari barat	166
Tabel V.8 Analisis simulasi rekondisi pada tapak dengan gerakan udara dari timur	167
Tabel V.9 Analisis simulasi rekondisi pada sisi utara lorong bangunan dengan gerakan udara dari timur	168
Tabel V.10 Analisis simulasi rekondisi pada sisi selatan lorong bangunan dengan gerakan udara dari timur	169
Tabel V.11 Evaluasi pengolahan data pengukuran dengan besaran AV dari hasil rekondisi desain	170
Tabel V.12 Perbandingan antara gerakan udara dari barat dan dari timur pada kondisi eksisting di lokasi depan bangunan.....	172
Tabel V.13 Perbandingan antara gerakan udara dari barat dan dari timur pada kondisi eksisting di lokasi belakang bangunan	172
Tabel V.14 Perbandingan antara kondisi eksisting, rekondisi dengan tanaman dan sirip horisontal pada tapak dengan gerakan udara dari barat dan dari timur	173
Tabel V.15 Perbandingan antara kondisi eksisting, rekondisi dengan tanaman dan sirip horisontal pada lorong bangunan dengan gerakan udara dari barat dan dari timur	174
Tabel V.16 Perbandingan rentang AV antara gerakan udara dari barat dan timur pada masing-masing lokasi dan pada titik-titik ukur di lokasi tersebut.....	175
Tabel VI.1 Kondisi temperatur efektif dan tingkat kenyamanan termal di ruang luar bangunan rektorat	182

DAFTAR ISTILAH

- Efek Venturi
Arus udara laminar dengan volum yang tetap melewati lubang yang lebih kecil, sehingga kecepatan pergerakan udara bertambah
- ET Nomogram / Nomogram Suhu Efektif
Grafik yang digunakan untuk menunjukkan kondisi tingkat kenyamanan termal dengan mengkorelasikan data DBT–RH–WBT dengan data AV
- Kenyamanan termal
Kenyamanan berdasarkan keseimbangan termal pada bangunan, merupakan korelasi antara suhu, kelembaban dan kecepatan pergerakan udara. Kenyamanan termal dapat diukur secara kuantitatif dengan menggunakan alat, kemudian hasil ukur akan diolah untuk mendapatkan suhu efektif yang dapat menggambarkan tingkat kenyamanan yang ada.
- Laminar
Pergerakan udara yang lurus dengan kerapatan yang sama
- *Leeward*
Sisi bayangan angin, daerah di sisi bangunan yang berada di balik *windward*
- Lorong Bangunan Rektorat
Penamaan untuk ruang luar pada lokasi 7 yang merupakan bagian dari bangunan rektorat yang disubstraksi hingga mencapai seluruh kedalaman bangunan sehingga menyerupai lorong
- Pendopo *Genset*
Penamaan untuk ruang luar pada lokasi 6 yang berada di atas bangunan *genset*, berupa ruang terbuka yang hanya ditopang oleh empat buah kolom
- Pergerakan udara atau gerakan udara
Terjemahan dari kata "*air movement*", dalam kasus ini adalah udara yang bergerak disebabkan adanya campur tangan manusia pada lingkungan binaan
- Taman *Work Shop*
Penamaan untuk ruang luar pada lokasi 4, berupa taman yang terletak bersisian dengan bangunan *Work Shop*
- Turbulen
Pembelokan udara yang sedang bergerak laminar karena menemui penghalang, dimana terjadi olakan dan perbedaan kerapatan
- *Windward*
Sisi muka angin, daerah di sisi bangunan yang frontal terkena tiupan aliran udara

DAFTAR SINGKATAN

- GSG – Gedung Serba Guna
Gedung yang dapat digunakan untuk melakukan beragam acara dan kegiatan di dalam lingkungan kampus UNPAR
- TU – Titik Ukur
Titik tempat dimana dilakukan pengukuran suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan pergerakan udara
- DBT - *Dry Bulb Temperature* atau Temperatur Bola Kering
Diukur berdasarkan nilai yang tertera pada termometer dengan bola raksa yang permukaan luarnya kering, dengan satuan pengukuran dalam derajat Celcius
- WBT - *Wet Bulb Temperature* atau Temperatur Bola Basah
Diperoleh dari hasil olah grafik dengan menggunakan *Psychrometric Chart*, merupakan korelasi antara hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara di lapangan, dengan satuan pengukuran dalam derajat Celcius
- RH - *Relative Humidity* atau Kelembaban Relatif
Banyaknya kandungan uap air yang terdapat di udara dengan volum tertentu, dibandingkan dengan kandungan uap air yang terdapat di udara dengan volum yang sama dalam keadaan jenuh (tidak memungkinkan terjadinya penguapan lagi), dengan satuan pengukuran dalam %
- AV - *Air Velocity* atau Kecepatan Pergerakan Udara
Kecepatan yang menunjukkan seberapa jauh terjadi perpindahan aliran udara dalam suatu waktu, dengan satuan pengukuran dalam m/s (*meter per second*) atau m/det (meter per detik).
- ET – *Effective Temperature* atau Suhu Efektif
Besaran suhu yang digunakan untuk menunjukkan tingkat kenyamanan termal, dengan satuan pengukuran dalam derajat Celcius

Catatan : Singkatan DBT, WBT, RH, AV dan ET tidak diketik secara *italic* sekalipun merupakan singkatan dari istilah bahasa asing, karena merupakan simbol atau lambang yang berlaku umum dalam wacana ilmu teknik fisika.

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang dan perumusan masalah penelitian, hipotesis, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup dan alur pikir penelitian, serta sistematika pembahasan laporan penelitian.

I.1 LATAR BELAKANG

- **PERANAN RUANG LUAR BANGUNAN KAMPUS**

Kampus adalah lingkungan pendidikan khas, tempat mahasiswa secara formal melakukan kegiatan menuntut ilmu pada jenjang pendidikan tinggi. Lingkungan kampus disebut juga sebagai lingkungan 'masyarakat belajar'. Selama menuntut ilmu, mahasiswa umumnya menghabiskan hari-harinya di lingkungan kampus. Selain kegiatan perkuliahan sebagai suatu bentuk formal kegiatan belajar, mahasiswa juga melakukan aktivitas lainnya di kampus, seperti kegiatan-kegiatan ekstra kurikuler yang merupakan perwujudan pengembangan dan aktualisasi diri mahasiswa untuk mencapai kematangan menjadi manusia dewasa. Berbagai bentuk aktivitas tersebut dilakukan mahasiswa di lingkungan kampus, diantaranya adalah kegiatan belajar kelompok, kegiatan pengembangan bakat dan minat, mengelola organisasi kemahasiswaan intra kampus, maupun kegiatan-kegiatan yang bersifat individual.

Untuk mengakomodasi berbagai aktivitas mahasiswa tersebut, keberadaan ruang luar kampus menjadi penting maknanya bagi mahasiswa. Pada ruang luar kampus, mahasiswa terlihat secara aktif berkomunikasi antar sesama mereka, berdialog, saling berbagi informasi, mengadakan diskusi kelompok, sekedar bercengkrama, atau melakukan tugas-tugas individual mandiri. Setelah perkuliahan yang sebagian besar dilaksanakan di dalam ruang kuliah tertutup, mahasiswa sangat membutuhkan ruang luar yang bersifat terbuka dan tidak formal, untuk menghilangkan kejenuhan serta menyegarkan raga dan pikiran, agar dapat kembali melanjutkan kegiatan perkuliahan dengan kondisi yang lebih baik. Di tempat-tempat inilah mahasiswa menghabiskan waktunya menjelang atau setelah sesi perkuliahan.

Ruang luar kampus merupakan bagian luar dari bangunan, terdiri dari ruang luar (*outdoor space*) dan ruang terbuka (*open space*). Ruang luar umumnya terlindung atap dan tampil dalam bentuk :

- teras atau selasar, berfungsi sebagai area penerima dan area peralihan antara ruang luar dan ruang dalam
- koridor, berfungsi sebagai jalur sirkulasi dan penghubung antara massa bangunan
- ruang yang terbentuk di antara bangunan dan direncanakan sebagai simpul aktivitas

Sedangkan ruang terbuka (*open space*) merupakan bagian dari lansekap yang terlindung atau tidak terlindung oleh tanaman. Ruang luar pada tata ruang kampus bukan hanya bernilai estetis yang mendukung penampilan bangunan, namun juga mewadahi secara fungsional keberlangsungan kegiatan-kegiatan kemahasiswaan di luar konteks perkuliahan.

Peranan ruang luar kampus semakin meningkat setelah dewasa ini penyelenggaraan sistem pendidikan di lingkungan pendidikan tinggi menuntut mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuannya secara mandiri maupun berkelompok, terutama melalui penggunaan teknologi. Dengan berkembangnya teknologi seperti *Wireless Fidelity (Wi-Fi)* sebagai sebuah teknologi interkoneksi nirkabel, memungkinkan mahasiswa untuk mengakses data yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran melalui internet, di ruang-ruang luar bangunan kampus.

Dengan beragamnya aktivitas yang dapat dilakukan, maka sebagai salah satu sarana, keberadaan ruang luar pada kampus dapat menciptakan suasana akademik yang kondusif bagi berlangsungnya proses pendidikan, sehingga kreativitas akan tumbuh, inovasi akan dilahirkan dan semangat belajar yang tinggi akan dimiliki oleh mahasiswa.

• **PERENCANAAN FISIK KAMPUS**

Dengan menyadari semakin pentingnya peranan ruang luar bagi kehidupan kampus, maka dalam perencanaan fisik sebuah kampus, keberadaan ruang luar dipertimbangkan sebagai elemen pokok (*morpho structure*) yang memberi bentuk dasar pada konfigurasi tata ruang kampus. Ruang luar dirancang sebagai fungsi jalur sirkulasi untuk menampung mobilitas dan sekuen gerakan mahasiswa yang cukup tinggi pada ruang luar kampus, dimana mereka bergerak dari suatu lokasi dalam kampus ke lokasi lainnya, dari suatu ruang fungsional tertentu ke ruang fungsional lainnya. Selain tersedia jalur pedestrian berupa selasar atau koridor, yang menghubungkan antar massa bangunan kampus, pada ruang luar kampus dirancang pula simpul-simpul aktivitas berupa titik-titik konsentrasi tempat mahasiswa melakukan kegiatan-kegiatan yang

dilengkapi dengan fasilitas tempat duduk, umumnya terlindung atap, disediakan papan-papan informasi dan sebagainya.

Sebagai ruang luar, koridor kampus tidak hanya difungsikan oleh mahasiswa sebagai akses sirkulasi, tetapi juga sebagai sarana untuk melakukan berbagai kegiatan dan interaksi sosial.

- **KENYAMANAN TERMAL DI RUANG LUAR BANGUNAN KAMPUS**

Ruang luar yang terlindung atap umumnya merupakan bagian, serta berhubungan langsung dengan ruang terbuka dan mempunyai elemen pembentuk ruang yang terbatas, dimana intervensi iklim terutama kecepatan gerakan udara sangat dominan, dan seringkali di luar batas nyaman. Apabila ruang luar tersebut digunakan untuk beraktivitas akan menjadi masalah bagi pengguna ruang. Atap dengan teritis yang memadai dapat menjadi pelindung dari panas terik matahari dan hujan, tapi tidak dari angin yang membawa kabut, hujan, asap atau debu. Mengingat pentingnya peranan ruang luar pada sebuah kampus, dan juga proses belajar mandiri maupun berkelompok melalui teknologi *Wi-Fi* dapat berlangsung dalam waktu yang cukup lama, maka sebagaimana pada perencanaan ruang dalam, ruang luar pun perlu dikondisikan nyaman secara termal. Kenyamanan termal merupakan salah satu persyaratan bangunan yang sangat penting karena berkaitan dengan kenyamanan fisik dan psikis, serta berdampak pada kesehatan dari pengguna ruang luar.

Kenyamanan termal adalah suatu kondisi dimana tubuh dapat beraktivitas dengan nyaman, tidak merasa panas dan juga tidak merasa dingin. Kenyamanan termal ini dibutuhkan oleh setiap individu termasuk mahasiswa agar dapat melakukan aktivitasnya secara optimal. Kenyamanan termal tidak hanya dipengaruhi oleh kecepatan gerakan udara tapi juga oleh elemen-elemen iklim lainnya, seperti temperatur udara, temperatur radiasi matahari serta kelembaban udara, dan juga oleh faktor-faktor subyektif seperti jenis aktivitas yang dilakukan serta jenis pakaian yang dikenakan. Dari faktor-faktor pengaruh tersebut, hanya kecepatan gerakan udara yang cenderung bersifat dinamis, mudah dan cepat berubah serta mampu mempengaruhi kondisi faktor lainnya.

Berdasarkan kemampuannya, gerakan udara berperan besar dalam menciptakan kenyamanan termal pada bangunan, dan sebaliknya gerakan udara yang tidak terkendali dapat menjadi masalah bagi kenyamanan termal di ruang luar. Gerakan udara secara jelas memiliki hubungan dan pengaruh yang erat terhadap desain bangunan. Gerakan udara merupakan salah satu fenomena iklim yang menarik untuk dipelajari, dan dapat dimengerti perilakunya melalui simulasi komputer yang akan dikaji lebih lanjut dalam penelitian ini. Dengan demikian, pembahasan dalam tesis riset ini lebih difokuskan pada

pengendalian gerakan udara untuk menciptakan kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus.

- **PENGENDALIAN GERAKAN UDARA DI RUANG LUAR KAMPUS MELALUI PENATAAN TAPAK**

Tingkat kenyamanan termal sangat bergantung pada kondisi iklim makro pada umumnya serta kondisi iklim mikro pada khususnya. Iklim mikro yang terjadi pada sebuah tapak dipengaruhi oleh topografi dan keberadaan bangunan di sekitarnya, sehingga seringkali menyimpang dari kondisi iklim makronya.

Kenyamanan termal di ruang luar dipengaruhi oleh faktor eksternal berupa kinerja dari iklim mikro itu sendiri yaitu temperatur, kelembaban, arah dan kecepatan gerakan udara. Sedangkan pengaruh faktor internal adalah elemen-elemen pembentuk ruang luar, tingkat keterbukaan ruang, dimensi ruang, bentuk ruang dan kondisi elemen-elemen penunjang lainnya yang ada pada ruang luar tersebut.

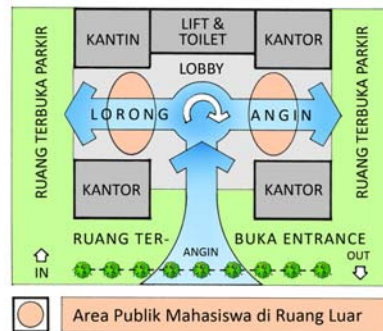
Untuk mencapai tingkat kenyamanan termal yang diinginkan perlu dilakukan usaha-usaha pengendalian iklim mikro, terutama dalam mengendalikan arah dan kecepatan gerakan udara di ruang luar melalui penataan tapak secara optimal. Desain penataan tapak diwujudkan dalam bentuk dan tata letak bangunan, bentuk dan tata letak tanaman, pengolahan permukaan tanah dan elemen tapak lainnya, yang mampu mengkondisikan gerakan udara eksternal dengan memanfaatkan perbedaan tekanan udara.

Aspek pengendalian gerakan udara melalui penataan tapak, seringkali masih kurang mendapat perhatian dalam perancangan ruang luar pada bangunan kampus. Berikut ini beberapa contoh ruang luar bangunan kampus dari hasil pengamatan pada awal studi.



Gambar I.1 Ruang luar kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya

Sarana kegiatan mahasiswa di kampus **Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya**, disediakan di sepanjang selasar beratap di depan deretan ruang kelas. Pengendalian gerakan udara dilakukan dengan tanaman yang mengelilingi ruang terbuka, berfungsi sebagai pemecah angin untuk memperlambat datangnya aliran udara dari sisi terbuka. Namun kecepatan gerakan udara yang cukup tinggi berasal dari arah lorong sirkulasi, seringkali mengurangi kenyamanan termal yang sudah terbentuk. Tata letak dari beberapa massa bangunan dengan konfigurasi U yang dipersatukan oleh jalur sirkulasi, sangat berpotensi menjadi lorong angin.



Gambar I.2 Ruang luar kampus Universitas Kristen Petra Surabaya

Area publik bagi mahasiswa di kampus **Universitas Kristen Petra Surabaya** merupakan bagian dari lorong sirkulasi utama yang berujung pada *lobby* penerima terbuka dan ruang terbuka parkir pada ujung lainnya. Bentuk lorong ini mengakibatkan terjadinya efek venturi dan turbulensi angin, dimana kecepatan gerakan udara meningkat dan tidak terarah, sehingga dapat mempengaruhi kenyamanan termal bagi mahasiswa yang sedang melakukan kegiatan di luar konteks perkuliahan pada area publik tersebut.

Bagi bangunan yang menghadap ke jalan utama ini, pemanfaatan tanaman dan pagar sebagai pengendali arah dan kecepatan gerakan udara di ruang terbuka belum optimal. Tata letak dan pemilihan jenis, bentuk, ketinggian serta kerapatan tanaman lebih ditujukan untuk maksud estetika penataan dalam lansekap serta penghijauan. Penggunaan bentuk dan ketinggian pagar hanya berfungsi sebagai pembatas tapak dan untuk alasan keamanan.



Gambar I.3 Ruang luar kampus Institut Teknologi Bandung

Campus Center sisi barat dari kampus **Institut Teknologi Bandung** mempunyai *lobby*/hal penerima berupa ruang luar beratap dengan ketinggian dua lantai, yang menghubungkan ruang terbuka jalan kompleks dan lapangan olah raga. Bentuk lorong dari ruang luar ini menyebabkan kecepatan gerakan udara di luar batas nyaman untuk mahasiswa dapat beraktivitas, sehingga kegiatan seringkali beralih ke koridor yang menuju *Campus Center* sisi timur.

Deretan tanaman yang cukup rimbun pada ruang terbuka jalan belum dapat mengendalikan gerakan udara secara optimal, karena bagian bawah tanaman yang terbuka dapat meningkatkan kecepatan gerakan udara.



Gambar I.4 Ruang luar kampus Universitas Kristen Maranatha Bandung



Lorong sirkulasi di kampus **Universitas Kristen Maranatha Bandung** berfungsi juga sebagai simpul aktivitas. Lorong berujung pada ruang terbuka (*courtyard*) yang dikelilingi oleh massa bangunan, dan ujung lainnya berbelok menuju selasar terbuka yang berorientasi pada daerah bayangan angin dari bangunan tinggi di hadapannya.

Ruang terbuka ditanami oleh tanaman yang rimbun, sedangkan selasar terbuka merupakan daerah bayangan angin, sehingga kecepatan gerakan udara baik di lorong sirkulasi maupun di selasar terbuka dapat dikendalikan dan kenyamanan termal bagi mahasiswa dalam beraktivitas dapat dicapai. Pada selasar terbuka, gerakan udara tidak langsung mengenai mahasiswa yang beraktivitas di sederetan bangku yang disediakan, karena terhalang oleh tanaman semak yang ada di belakangnya. Kondisi kenyamanan termal dari fasilitas publik di kampus ini tampil lebih baik dibandingkan dengan kondisi pada kampus-kampus sebelumnya.

Berdasarkan pengamatan pada ruang luar beratap dari beberapa kampus seperti yang telah diuraikan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa masalah ketidaknyamanan termal masih terjadi dalam perencanaan ruang luar kampus, karena belum adanya perencanaan pengendalian gerakan udara melalui bentuk dan tata letak bangunan, bentuk dan tata letak tanaman serta pagar/penahan angin, dan pengolahan permukaan tanah yang terintegrasi dalam desain tapak dan bangunan kampus.

Masalah ketidaknyamanan termal perlu segera diatasi agar pengadaan ruang luar pada bangunan kampus dapat berperan sebagai wadah aktivitas mahasiswa yang efektif, sesuai dengan tujuan perencanaannya. Tanaman tidak hanya berperan untuk maksud estetika dalam penataan lansekap serta penghijauan, mendefinisikan ruang, atau sebagai peneduh. Pagar tidak hanya berfungsi sebagai pembatas tapak atau untuk alasan keamanan, namun bersama dengan elemen-elemen ruang luar lainnya, dapat juga dimanfaatkan sebagai elemen pengendali arah dan kecepatan gerakan udara.

Banyak cara yang dapat dilakukan melalui pengolahan elemen-elemen tapak tersebut dalam mengendalikan gerakan udara, untuk mencapai kondisi kenyamanan termal yang diinginkan. Cara-cara tersebut merupakan hal yang sangat menarik untuk dikaji lebih lanjut dalam penelitian ini, agar dapat dipelajari sejauh mana penataan tapak dapat dilakukan untuk mengendalikan gerakan udara, sehingga dapat menunjang kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus.

I.2 PERUMUSAN MASALAH

Architectural principles may be universal, they have to be applied in a particular environment, and climate is the most important environmental factor to be consider in the design and construction of buildings.

(C.P. KUKREJA, 1978 : *Introduction*)

Kebutuhan akan ruang luar tidak hanya sekedar untuk memperkuat penampilan bangunan saja, tapi juga bertujuan untuk menciptakan suatu kondisi yang dapat menunjang fungsi bangunannya. Ruang luar di antara bangunan kampus diharapkan dapat menjadi sebuah ruang interaksi publik, yang direncanakan tidak saja menekankan pada aspek fungsi dan estetika fisik semata, tapi juga dengan memperhatikan aspek kenyamanan termal.

Temperatur udara, radiasi panas, kelembaban udara, dan terutama kecepatan gerakan udara yang cukup tinggi di ruang luar, sehingga tidak sesuai dengan persyaratan temperatur efektif yang nyaman, akan mempengaruhi efektivitas kegiatan pengguna ruang luar tersebut. Faktor lingkungan iklim setempat sudah seharusnya dipertimbangkan melalui perencanaan yang matang pada saat dilakukan proses perancangan, sehingga keberhasilan dari desain ruang luar akan diperoleh.

Dengan semakin meningkatnya peranan ruang luar bangunan kampus dalam mewadahi kegiatan mahasiswa dan di sisi lain ada indikasi ketidaknyamanan termal di ruang luar tersebut, maka akan menimbulkan masalah yang dapat dirumuskan melalui pertanyaan-pertanyaan penelitian berikut ini :

- Bagaimana peranan desain penataan tapak, yaitu bentuk dan tata letak bangunan, bentuk dan tata letak tanaman, serta pengolahan permukaan tanah dalam mengendalikan pergerakan udara yang berlebihan, sehingga dapat menciptakan kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus ?
- Sejauh mana simulasi rekondisi desain penataan tapak dapat dilakukan melalui program komputer, pada lokasi ruang luar yang mayoritas temperatur efektifnya keluar dari zona nyaman, terutama disebabkan oleh kecepatan gerakan udara yang dominan, sehingga dapat mengoptimalkan gerakan udara yang dapat menunjang kenyamanan termal di ruang luar bangunan tersebut?

I.3 HIPOTESIS

Kenyamanan termal pada ruang luar bangunan kampus dapat dicapai melalui upaya penataan tapak untuk mengendalikan arah dan kecepatan gerakan udara.

I.4 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah untuk :

- Mengetahui kualitas arsitektural ruang-ruang luar kampus, peranannya bagi pengguna, serta pengaruh elemen-elemen pembentuk ruang luar dalam mengendalikan pergerakan udara di ruang-ruang luar kampus yang menjadi obyek studi secara umum.
- Menemukan ruang luar bangunan dengan peran yang spesifik namun kondisi pergerakan udara berada di luar batas nyaman, untuk dijadikan sebagai obyek studi utama.
- Mengetahui korelasi antara kondisi iklim di ruang luar bangunan tersebut dengan karakteristik umum iklim kota Bandung, dan juga dengan kondisi iklim makro dari data Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) stasiun Bandung.
- Mengetahui kondisi temperatur efektif dan tingkat kenyamanan termal di ruang luar bangunan.
- Menemukan pengaruh penataan tapak terhadap kenyamanan termal dari hasil pengukuran di ruang luar bangunan.
- Menemukan pengaruh penataan tapak yang ada terhadap kenyamanan termal dari hasil simulasi dengan menggunakan program komputer melalui arah dan kecepatan gerakan udara, baik pada tapak dan maupun pada ruang luar bangunan.
- Menemukan bentuk rekondisi desain penataan tapak melalui simulasi dengan menggunakan program komputer, untuk mengoptimalkan gerakan udara yang dapat menunjang kenyamanan termal di ruang luar bangunan.

I.5 MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat dan kontribusi bagi banyak pihak, diantaranya adalah :

- Bagi kampus, sebagai rekomendasi desain apabila pihak universitas suatu saat bermaksud untuk meningkatkan kondisi kenyamanan termal ruang luar bangunan dengan kasus serupa, sehingga fungsi ruang luar bangunan tersebut menjadi lebih efektif.

- Bagi perkembangan ilmu arsitektur, dapat memberikan kontribusi bagi penelitian lebih lanjut, khususnya mengenai pengaruh penataan tapak dalam mengendalikan arah dan kecepatan gerakan udara terhadap kenyamanan termal ruang luar bangunan kampus, dan juga terhadap kenyamanan termal ruang luar bangunan pada umumnya.
- Bagi perkembangan ilmu Fisika Bangunan, dapat mengembangkan wawasan pengetahuan mengenai perilaku gerakan udara yang terjadi melalui simulasi komputer, dengan cara mempelajari pola, distribusi, arah dan kecepatan gerakan udara.
- Bagi perencana arsitektur, dapat memberikan gambaran bahwa aspek kenyamanan termal ruang luar bangunan yang difungsikan untuk melakukan berbagai kegiatan, khususnya pada bangunan kampus, harus diperhatikan sejak awal dan merupakan bagian yang integral dari perencanaan tapak dan bangunan.
- Bagi masyarakat umum, dapat memberikan wawasan bahwa sebagaimana ruang dalam, ruang luar bangunan pun memerlukan kenyamanan termal, khususnya yang difungsikan untuk melakukan berbagai kegiatan.

I.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN

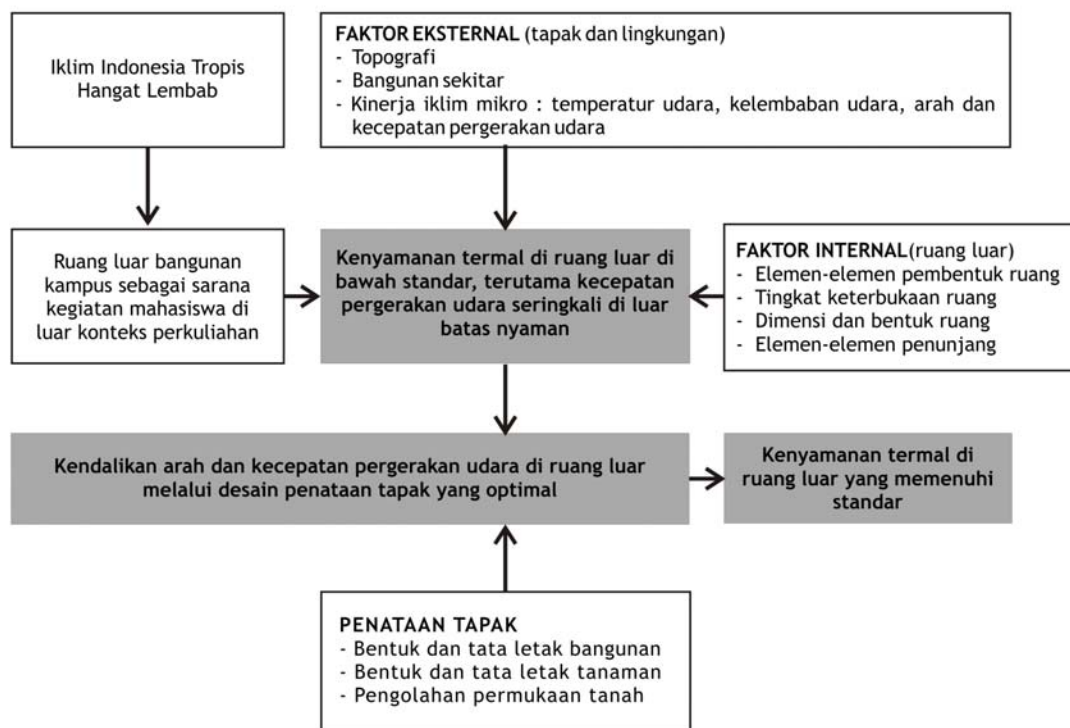
Berdasarkan tujuannya, penelitian ini akan membahas tentang pengaruh penataan tapak terhadap kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus. Dengan mempelajari perilaku arah dan kecepatan gerakan udara, baik pada tapak maupun pada ruang luar tersebut, maka dapat diketahui cara-cara pengendalian gerakan udara melalui penataan tapak, sehingga kenyamanan termal pada ruang luar dapat dicapai.

- Penelitian membahas tentang peranan penataan tapak, yaitu peranan bentuk dan tata letak bangunan serta tanaman, dan pengolahan permukaan tanah, dalam mengendalikan gerakan udara untuk mencapai kenyamanan termal di ruang luar bangunan kampus.
- Penelitian ditujukan untuk bangunan kampus yang merupakan wadah lingkungan fisik tempat menampung aktivitas akademik, yaitu proses belajar mengajar pada tingkat perguruan tinggi atau universitas.
- Penelitian menggunakan standar kenyamanan termal pada iklim tropis hangat lembab yang berlaku untuk orang Indonesia. Tingkat kenyamanan termal dikategorikan dalam rentang Efektif Temperatur, yang diperoleh melalui proses grafik dari hasil pengolahan data pengukuran di lapangan.
- Penelitian gerakan udara diarahkan untuk dapat menunjang kenyamanan termal di ruang luar, yaitu ruang bagian luar dari bangunan kampus yang terlindung atap, dapat

berupa teras, selasar, koridor penghubung antar bangunan atau ruang-ruang yang terbentuk di antara bangunan.

- Penelitian difokuskan pada faktor gerakan udara dengan cara mengamati arah dan kecepatannya, baik melalui pengamatan, pengukuran maupun melalui simulasi dengan menggunakan program komputer. Dalam istilah 'arah' sudah tersirat pengertian distribusi dan pola gerakan udara.
- Pengaruh faktor iklim lainnya seperti temperatur dan kelembaban udara juga akan diperhitungkan bersama dengan kecepatan gerakan udara untuk menggambarkan kondisi tingkat kenyamanan termal yang ada pada ruang luar, baik pada pengukuran maupun pada hasil simulasi rekondisi desain dengan menggunakan program komputer.

I.7 ALUR PIKIR PENELITIAN



Gambar I.5 Skema Alur Pikir Penelitian

I.8 SISTEMATIKA PEMBAHASAN LAPORAN

Sistematika pembahasan sebagai kerangka penyusunan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Merupakan pengantar umum mengenai pembahasan isi dari tesis ini, yaitu menguraikan tentang latar belakang dan perumusan masalah penelitian, hipotesis, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup dan alur pikir penelitian, serta sistematika pembahasan laporan penelitian.

BAB II. LANDASAN TEORI

Membahas tentang teori yang berkaitan dengan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya dalam penelitian, yaitu mengenai teori kampus dan ruang luar, iklim tropis hangat lembab, kenyamanan termal dan zona kenyamanan termal, serta hubungan gerakan udara dengan tapak dan bangunan.

BAB III. METODE PENELITIAN

Menjelaskan tentang langkah-langkah dan pengaturan yang dilakukan dalam penelitian, meliputi metode, variabel-variabel yang digunakan, penentuan obyek studi, penentuan fokus pengamatan di ruang-ruang luar, penentuan pengukuran di ruang luar bangunan, peralatan yang digunakan, cara pengukuran, cara memperoleh temperatur efektif, penentuan penelitian eksperimen, simulasi komputer, dan tahapan analisis sampai pada kesimpulan.

BAB IV. RUANG LUAR KAMPUS UNPAR BANDUNG

Memberikan gambaran umum mengenai kampus UNPAR, meliputi sejarah singkat, lokasi, visi masterplan, tata massa dan ruang, serta menganalisis hasil pengamatan yang dilakukan pada ruang-ruang luar di kampus UNPAR.

BAB V. RUANG LUAR BANGUNAN REKTORAT UNPAR BANDUNG

Menguraikan secara singkat mengenai konsep perancangan bangunan rektorat UNPAR, serta kondisi ruang terbuka dan ruang luar dari bangunan rektorat. Juga menganalisis karakteristik iklim ruang luar bangunan, menganalisis hasil temperatur efektif untuk mengetahui kondisi kenyamanan termal di ruang luar bangunan, dan menganalisis perilaku gerakan udara melalui simulasi kondisi

eksisting dan rekondisi desain untuk mengoptimalkan kenyamanan termal di ruang luar bangunan.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Merangkum penemuan-penemuan dalam kesimpulan yang dapat menjawab permasalahan penelitian, tujuan penelitian dan membuktikan hipotesis penelitian, serta memberikan saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian sebagai masukan bagi penelitian lebih lanjut dan bagi perancangan obyek sejenis.