

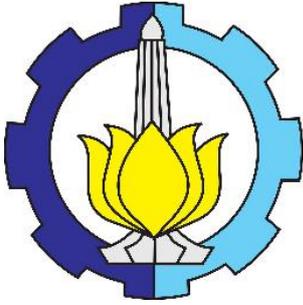
TESIS RA142571

**PENGARUH PENERAPAN KONSEP *GREEN BUILDING* TERHADAP INVESTASI PADA BANGUNAN TINGGI DI SURABAYA**

FITRI RAHMAWATI  
3213208015

DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. PURWANITA SETIJANTI, MSc., PhD.  
CHRISTIONO UTOMO, ST., MT., PhD.

PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN PERECANAAN REAL ESTATE  
JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015



THESIS - RA142571

# **THE INFLUENCE OF GREEN BUILDING CONCEPT APPLICATION ON INVESTMENT OF HIGH-RISE BUILDING IN SURABAYA**

FITRI RAHMAWATI  
3213208015

SUPERVISORS :  
Ir. PURWANITA SETIJANTI, MSc., PhD.  
CHRISTIONO UTOMO, ST., MT., PhD.

**MASTER PROGRAM  
REAL ESTATE PLANNING MAJOR  
DEPARTMENT OF ARCHITECTURE  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND PLANNING  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**

Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknologi (M.T)

di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh:

**FITRI RAHMAWATI**  
NRP. 3213201015

Tanggal Ujian : 22 Juni 2015  
Periode Wisuda : September 2015

Disetujui oleh:

  
1. Ir. Purwanita Setijanti, M.Sc, PhD.  
NIP. 19590427 198503 2 001

(Pembimbing I)

  
2. Christiono Utomo, ST. MT. PhD.  
NIP. 132 303 087

(Pembimbing II)

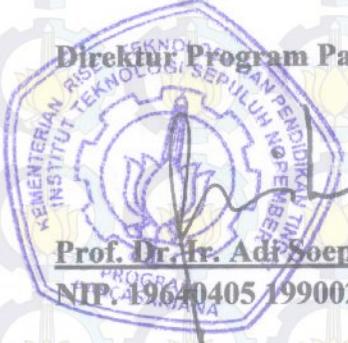
  
3. Ir. Ispurwono Soemarno, March., PhD.  
NIP. 19510204 197903 1 003

(Penguji)

  
4. Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti NE, MT.  
NIP. 19611129 198601 2 001

(Penguji)

Direktur Program Pascasarjana,

  
Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT.

NIP. 19640405 199002 1 001

# PENGARUH PENERAPAN KONSEP *GREEN BUILDING* TERHADAP INVESTASI PADA BANGUNAN TINGGI DI SURABAYA

Nama Mahasiswa : Fitri Rahmawati  
NRP : 3213208015  
Pembimbing : Ir. Purwanita Setijanti M.Sc PhD  
Co-Pembimbing : Christiono Utomo, ST., MT., PhD

## ABSTRAK

Sektor bangunan secara perlahan namun konstan memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang emisi karbon di alam. Sehingga, bisnis dalam sektor bangunan memiliki tanggung jawab untuk ikut berkontribusi mengurangi emisi karbon tersebut. Salah satu caranya adalah dengan mengembangkan konsep *green building*, yang merupakan salah satu solusi dari pembangunan berkelanjutan. Namun, kendala utama bagi pengembang properti adalah kesalahpahaman bahwa pengeluaran modal lebih penting dibandingkan biaya siklus hidup bangunan. Mayoritas pemilik dan pengembang properti lebih peduli akan biaya awal tanpa menyadari bahwa biaya awal berhubungan erat dengan biaya operasional bangunan, terutama pada bangunan tinggi.

Dari fenomena ini terdapat peluang penelitian yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh konsep *green* terhadap keputusan investasi oleh para pengembang di Surabaya dengan melihat aspek *green building* yang diterapkan pada bangunan tinggi. Metode dalam penelitian ini adalah analisis statistik inferensial dengan analisis regresi linier berganda untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari penerapan faktor-faktor *green building* terhadap keputusan investasinya. Penelitian dilakukan dengan survei pendahuluan dan survei utama pada responden untuk mengetahui persepsi mereka dengan alat kuisioner.

Dari hasil penelitian dapat diketahui besar pengaruh aspek-aspek *green building* terhadap investasinya. Selain itu dari hasil analisa diketahui bahwa menurut praktisi pengembang di Surabaya dengan konsep *green building*, peningkatan pada biaya konstruksi bangunan tidak selalu diiringi oleh penurunan biaya operasional & perawatannya, maupun peningkatan nilai propertinya.

Kata kunci : *Green building*, Bangunan Tinggi, Investasi, Surabaya

# **THE INFLUENCE OF GREEN BUILDING CONCEPT APPLICATION ON INVESTMENT OF HIGH-RISE BUILDING IN SURABAYA**

Name of Student : Fitri Rahmawati  
Student Badge No. : 3213208015  
Supervisor : Ir. Purwanita Setijanti M.Sc PhD  
Co-supervisor : Christiono Utomo, ST., MT., PhD

## **ABSTRACT**

The building sector is slowly but constantly has the largest contribution to global carbon emissions in nature. Thus, business in the building sector has a responsibility to contribute in reducing the carbon emissions. One of the ways is by developing the concept of green building, which is one of the solutions of sustainable development. However, the main obstacle for the property developer is a misconception that capital cost spending is more important than the life cycle cost of the building. The majority of property owners and developers are more concerned about the initial cost without realizing that the initial cost is closely related to the operational cost of buildings, especially high rise building.

From this phenomenon there are research opportunities that aims to determine how the concept of green influence investment decisions by the developers in Surabaya by looking at aspects of green building that is applied to the high-rise buildings. The method in this research is inferential statistical analysis by multiple linear regression analysis to determine how the influence of the application of green building factors for investment decisions. The study was conducted with a preliminary survey and main survey respondents to identify their perceptions by means of questionnaires.

The results of this research is the influence of green building aspects of the investment. In addition the results of the analysis is known that according to the developer practitioners in Surabaya with green building concept, the increase in construction costs are not always accompanied by a decrease in operating and maintenance costs, as well as an increase in property values.

**Keywords :** Green building, Highrise Building, Investment, Surabaya

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan penelitian tesis dengan judul “Pengaruh Penerapan Konsep *Green Building* Terhadap Investasi Pada Bangunan Tinggi Di Surabaya”. Tesis ini disusun untuk menyelesaikan program Pascasarjana di Alur Perencanaan Real Estate, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Dalam menyelesaikan tesis ini Penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan arahan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terimakasih setulus hati kepada:

Untuk Papa, mama tercinta dan kakak-kakak tersayang yang selalu mendukung Penulis, memberikan semangat dan doa, selalu mengingatkan, memberikan hiburan dan juga materi yang membuat Penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan sebaik mungkin.

Untuk Pak Chris, yang punya cara ‘berbeda’ untuk membimbing dan mengarahkan Penulis dalam menyelesaikan tesis ini dengan sebaik-baiknya. Pelajaran yang akan selalu penulis ingat, orang yang sukses adalah orang yang mampu mengalahkan dirinya sendiri, selalu rendah hati, apa adanya dan selalu ada jalan keluar disetiap masalah..

Untuk Bu Ir. Purwanita Setijanti M.Sc, PhD., atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan dan motivasi pada Penulis dalam penyelesaian tesis ini hingga selesai.

Untuk Pak Ispurwono Soemarno dan Bu Dr-Eng. Ir. Dipl-Ing. Sri Nastiti, MT terimakasih atas masukan, saran dan kritikan yang sangat membantu untuk penyempurnaan penyelesaian tesis ini.

Untuk teman-teman RE angkatan 2013, yang telah menjadi keluarga baru penulis, yang telah berjuang keras bersama-sama selama masa perkuliahan ini.

Untuk mbak ‘Ncin, teman dan sebagai kakak yang telah memberikan sangat banyak bantuan bagi Penulis selama penyusunan tesis ini. Apalagi kebersamaan, sedih dan senang dalam mencari data responden, akan menjadi memori yang tidak

akan Penulis lupa.

Untuk Dikti yang telah memberikan kesempatan bagi Penulis untuk melanjutkan ke jenjang S2, dan pihak-pihak yang tidak bisa Penulis sebutkan satu persatu, yang terlibat langsung maupun tidak langsung atas penyusunan tesis ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kelemahan dalam penulisan tesis ini, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juni 2015

Penulis,  
Fitri Rahmawati

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iii
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR RUMUS .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
DAFTAR ISTILAH .....	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Definisi dan Terminologi .....	9
2.2 Konsep Investasi .....	10
2.3 Konsep <i>Green Building</i> .....	15
2.4 Penerapan <i>Green Building</i> Pada Bangunan Tinggi .....	32
2.5 Penelitian Terdahulu .....	34
2.6 Posisi Penelitian .....	41
2.7 Sintesa Kajian Pustaka .....	42
2.8 Kerangka Pikir .....	58
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	61
3.1 Konsep dan Model Penelitian .....	61

3.2	Variabel Penelitian.....	64
3.3	Populasi dan Sampel.....	66
3.4	Jenis dan Sumber Data.....	67
3.5	Metode Pengambilan dan Pengumpulan data Penelitian.....	68
3.6	Teknik Pengumpulan Data .....	68
3.7	Penyusunan Kuisisioner .....	69
3.8	Teknik Analisa Data .....	72
3.9	Diagram Alir Penelitian .....	75
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN .....		77
4.1	Profil Responden .....	77
4.2	Analisa Pengaruh Penerapan Aspek <i>Green Building</i> Terhadap Investasi .....	82
4.3	Analisa Pengaruh Penerapan Konsep <i>Green Building</i> Terhadap Peningkatan Biaya Konstruksi.....	82
4.4	Analisa Pengaruh Penerapan Konsep <i>Green Building</i> Terhadap Penurunan Biaya Operasional.....	84
4.5	Analisa Pengaruh Penerapan Konsep <i>Green Building</i> Terhadap Peningkatan Nilai Properti.....	86
4.6	Pengaruh Penerapan Konsep <i>Green Building</i> Terhadap Investasi .....	88
4.7	Diskusi dan pembahasan.....	91
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		110
5.1	Kesimpulan.....	111
5.2	Keterbatasan Penelitian .....	111
5.3	Saran .....	112
DAFTAR PUSTAKA.....		113
LAMPIRAN 1 .....		121
LAMPIRAN 2 .....		123
LAMPIRAN 3 .....		124
LAMPIRAN 4 .....		129
LAMPIRAN 5 .....		132
LAMPIRAN 6 .....		136
DATA PENULIS.....		141

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konseptual Penelitian.....	41
Gambar 2.2	Konseptual Keterkaitan Variabel Penelitian.....	43
Gambar 2.3	Kerangka Pikir .....	58
Gambar 3.1	Tahapan Penelitian.....	61
Gambar 3.2	Model Teori 1 Biaya Konstruksi.....	62
Gambar 3.3	Model Teori 2 Biaya Operasional .....	63
Gambar 3.4	Model Teori 3 Nilai Properti .....	63
Gambar 3.5	Model Teori 4 Investasi .....	64
Gambar 3.6	Diagram Alir Penelitian .....	75
Gambar 4.1	Jabatan Responden Saat Ini.....	78
Gambar 4.2	Latar Belakang Pendidikan Responden.....	79
Gambar 4.3	Jenis Proyek <i>Green Building</i> yang Pernah Dibangun.....	80
Gambar 4.4	Pengalaman Dalam Proyek <i>Green Building</i> .....	82
Gambar 4.5	Model Empiris Peningkatan biaya konstruksi.....	83
Gambar 4.6	Model Empiris Penurunan Biaya Operasional.....	85
Gambar 4.7	Model Empiris Peningkatan Nilai Properti.....	87
Gambar 4.8	Model Empiris Pengaruh Penarapan Aspek <i>Green Building</i> terhadap Investasi Investasi.....	88

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Konsep Investasi .....	10
Tabel 2.2	Matriks Konsep <i>Green</i> .....	16
Tabel 2.3	Rumusan Variabel terkait Kesesuaian Pengembangan Lahan.....	20
Tabel 2.4	Rumusan Variabel terkait Efisiensi & Konservasi Energi.....	23
Tabel 2.5	Rumusan Variabel Terkait Konservasi Air .....	28
Tabel 2.6	Rumusan Variabel Terkait <i>Green Material</i> .....	30
Tabel 2.7	Rumusan Variabel Terkait Kesehatan dan Kenyamanan Ruang .....	31
Tabel 2.8	Persyaratan Teknis <i>Green Building</i> .....	33
Tabel 2.9	Persyaratan Bangunan <i>Green Building</i> .....	33
Tabel 2.10	Rumusan Variabel Penerapan <i>Green Building</i> .....	42
Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....	65
Tabel 3.2	Nilai Koefisien Korelasi .....	75
Tabel 4.1	Pengaruh Penerapan konsep <i>Green Building</i> pada Peningkatan Biaya Konstruksi, Penurunan Biaya Operasional dan Peningkatan Nilai Properti .....	109

## DAFTAR ISTILAH

**Brief** adalah proses identifikasi dan mendefinisikan persyaratan organisasi klien dalam tahap desain awal proyek konstruksi.

**Cash flow** adalah sejumlah uang kas yang keluar dan yang masuk sebagai akibat dari kegiatan/aktivitas dari kegiatan operasi, kegiatan transaksi investasi dan kegiatan transaksi pembiayaan/pendanaan dalam kas suatu perusahaan selama satu periode.

**Desain** adalah persyaratan konstruksi (termasuk hubungan fungsional dan system teknis yang akan digunakan, seperti arsitektur, lingkungan, struktural, listrik, mekanik, dan pencegahan kebakaran), menghasilkan spesifikasi teknis dan gambar, serta memperkirakan biaya konstruksi.

**Discounted cash flow analysis** adalah analisa arus kas .

**Holistic** adalah cara pendekatan terhadap suatu masalah atau gejala, dengan memandang masalah atau gejala itu sebagai suatu kesatuan yg utuh.

**HVAC** adalah *heating, ventilating, & air conditioning*.

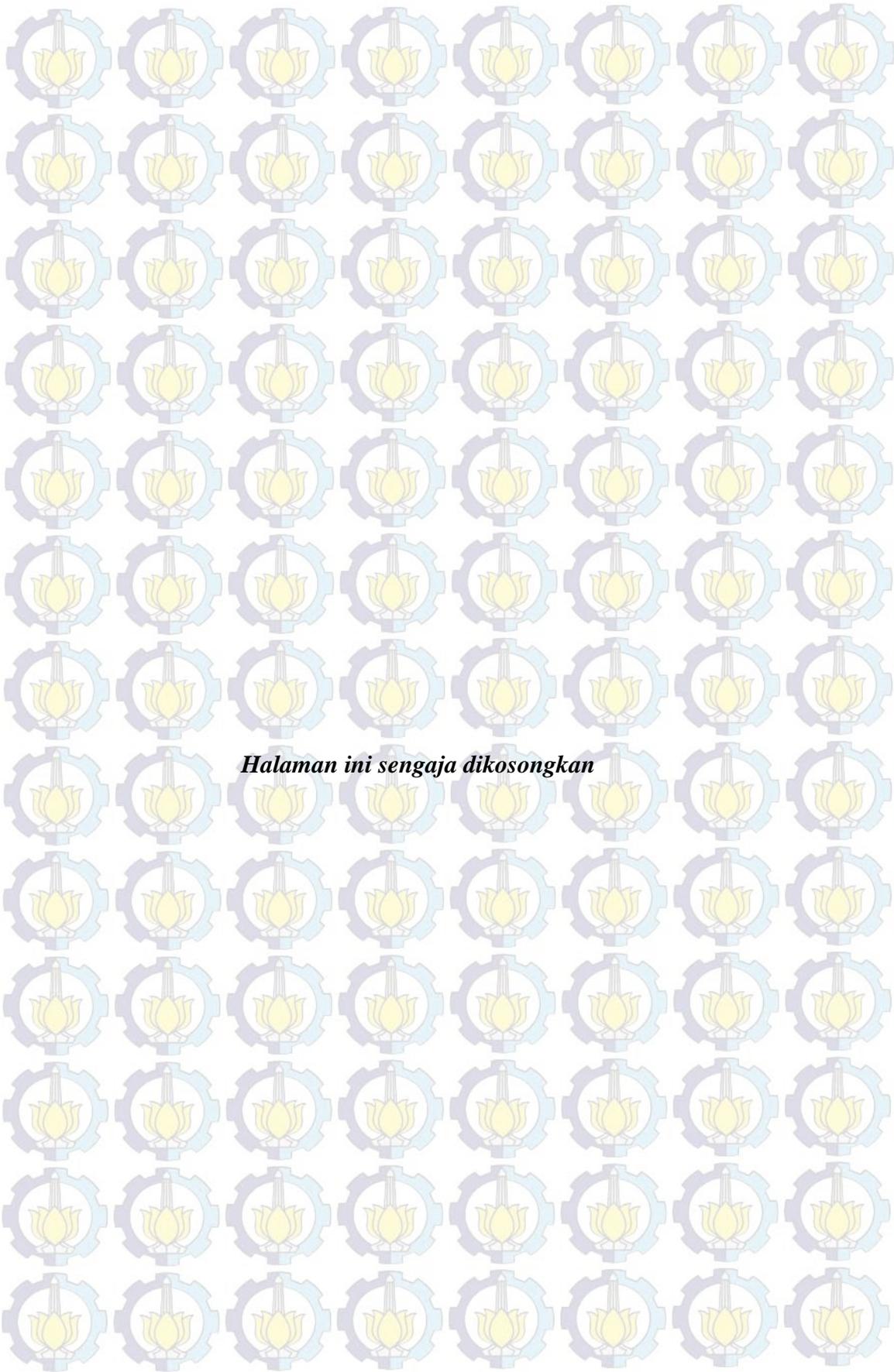
**IAQ** adalah *indoor air quality*.

**Life cycle cost** adalah teknik untuk mengevaluasi secara ekonomis dengan menghitung seluruh biaya yang relevan selama jangka waktu investasi melalui penyesuaian pada *time value of money*.

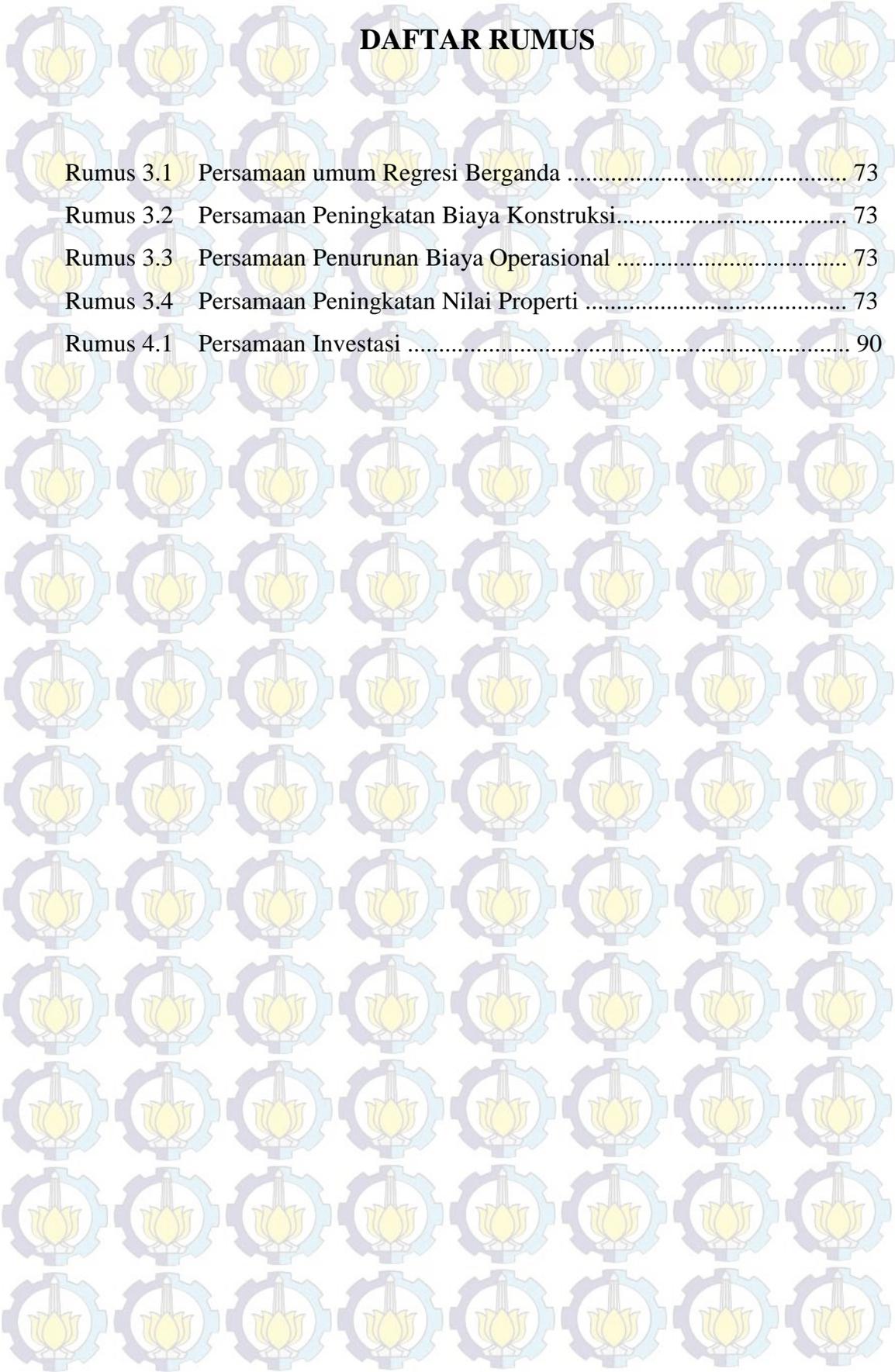
**Rate of investment (roi)** adalah rasio uang yang diperoleh atau hilang pada suatu investasi, relatif terhadap jumlah uang yang diinvestasikan.

**Retrovit** adalah komponen atau aksesori yang ditambahkan ke sesuatu setelah telah diproduksi.

Diadopsi dari Kubba (2010), Miles dkk (2007), KBBI online (2015).

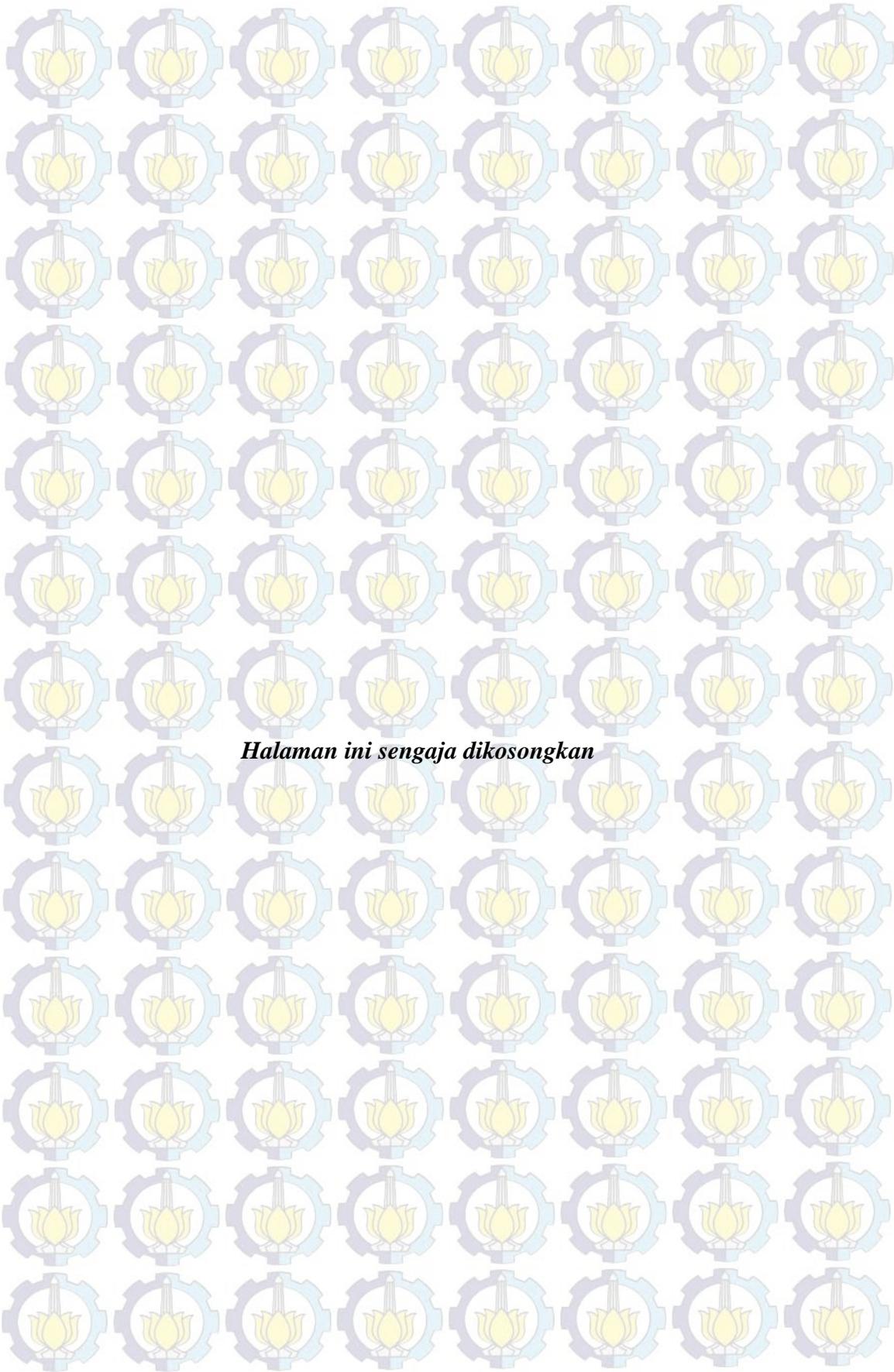


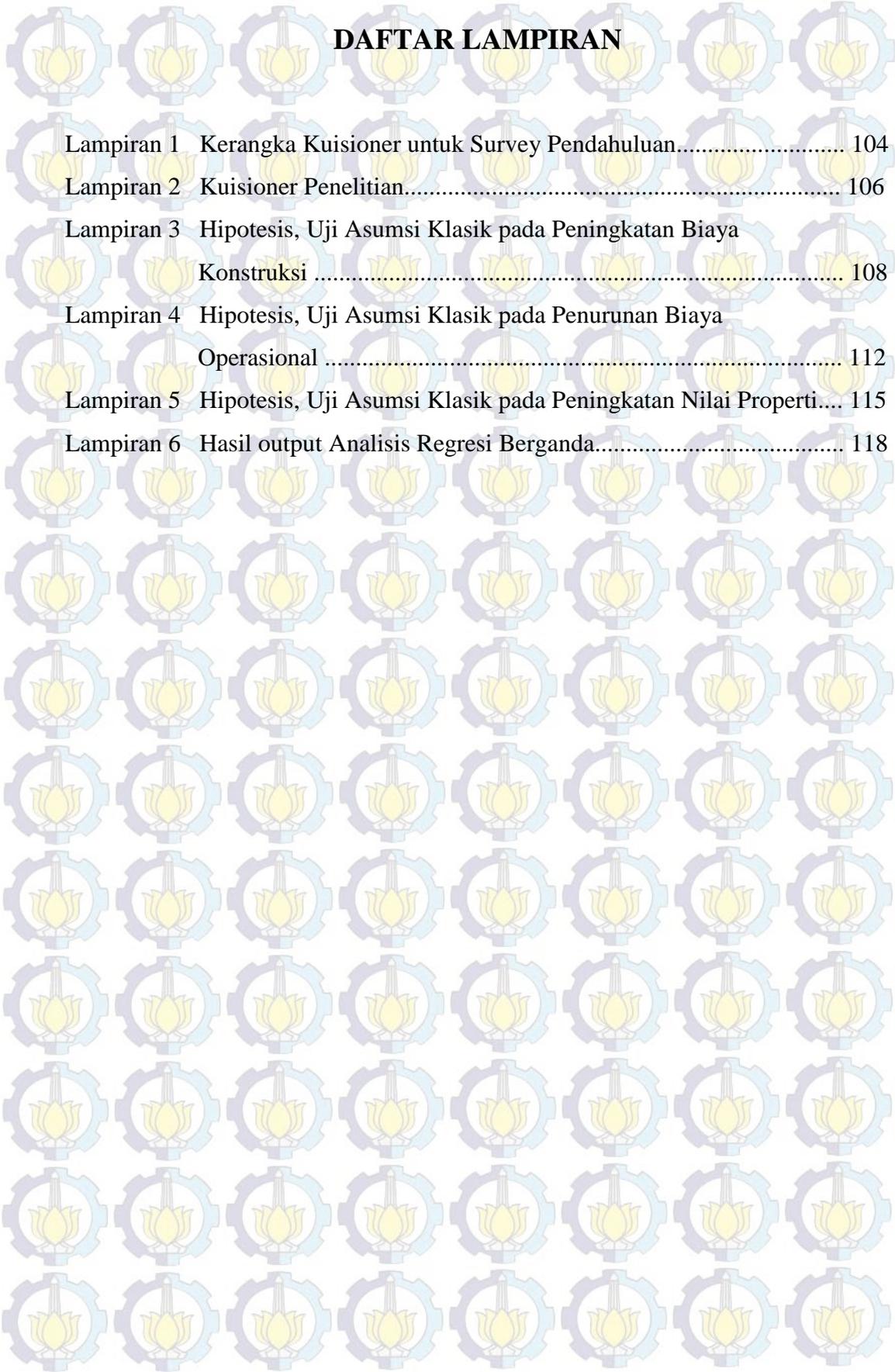
*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR RUMUS

Rumus 3.1	Persamaan umum Regresi Berganda .....	73
Rumus 3.2	Persamaan Peningkatan Biaya Konstruksi.....	73
Rumus 3.3	Persamaan Penurunan Biaya Operasional .....	73
Rumus 3.4	Persamaan Peningkatan Nilai Properti .....	73
Rumus 4.1	Persamaan Investasi .....	90





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Kerangka Kuisisioner untuk Survey Pendahuluan.....	104
Lampiran 2	Kuisisioner Penelitian.....	106
Lampiran 3	Hipotesis, Uji Asumsi Klasik pada Peningkatan Biaya Konstruksi .....	108
Lampiran 4	Hipotesis, Uji Asumsi Klasik pada Penurunan Biaya Operasional .....	112
Lampiran 5	Hipotesis, Uji Asumsi Klasik pada Peningkatan Nilai Properti....	115
Lampiran 6	Hasil output Analisis Regresi Berganda.....	118

# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah bangunan di perkotaan dewasa ini berdampak jangka panjang pada lingkungan dan sumber daya alam. Menurut survei *International Energy Agency (IEA)* bangunan bertanggung jawab sebanyak 32% dari total penggunaan energi di dunia (IEA, 2012). Sektor bangunan secara perlahan namun konstan memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang emisi karbon di alam sehingga memperparah pemanasan global yang makin memburuk akhir-akhir ini. Termasuk di dalamnya adalah sektor pembangunan untuk bangunan baru (GBCI, 2012). Hal ini dibuktikan oleh Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia (EECCH) tahun 2012 bahwa bangunan menghasilkan 50% total pengeluaran energi di Indonesia dan lebih dari 70% konsumsi listrik keseluruhan. Bangunan juga bertanggung jawab bagi 30% emisi gas rumah kaca, serta menggunakan 30% bahan baku yang diproduksi. Menurut Samudro (2010) penggunaan energi di seluruh dunia saat ini khususnya pada bangunan tinggi diprediksikan meningkat sebesar 70% antara tahun 2000 sampai 2030 dan seterusnya.

Informasi dari salah satu *Managing Director* Sinar Mas Land, di Jakarta Senin (1/10/2013), mengatakan bahwa, sekitar 70% dari karbon di perkotaan itu dihasilkan oleh transportasi dan bangunan. Selain itu, polusi udara telah terdaftar sebagai salah satu dari 10 faktor pembunuh manusia di dunia dan sebanyak 65% dari kematian akibat pencemaran udara terjadi di Asia (Berita satu, 2013). Oleh karena itu, bisnis sektor bangunan memiliki tanggung jawab terdepan untuk menanggulangi masalah ini (GBCI, 2010). Konsep *green building* atau bangunan ramah lingkungan ini punya kontribusi menahan laju pemanasan global dengan membenahi iklim mikro (Lipu dkk, 2013).

Dalam EECCH (2012), Sekitar 50% penggunaan energi pada bangunan disebabkan oleh proses-proses yang diperlukan untuk menciptakan iklim dalam ruangan buatan melalui pemanasan, pendinginan, ventilasi, dan pencahayaan.

Konsumsi energi bangunan pada umumnya memakai sekitar 25% dari total biaya operasi bangunan. Laporan oleh United Nations ESCAP (2012) di Inggris, misalnya, bangunan diperkirakan mengkonsumsi sekitar 50% dari total energi komersial yang tersedia di dalam negeri. Di Cina, bangunan mengkonsumsi 42% dari total penggunaan energi. Konsumsi energi pengguna akhir di sektor bangunan untuk tahun 2005 menunjukkan bahwa pemanasan, ventilasi dan pendingin udara menyumbang 45%, diikuti oleh pemanasan air (19%), peralatan (14%), dan pencahayaan (10%). Secara umum, penelitian pada bangunan perkantoran oleh Royal Institution Chartered Surveyors (RICS) (2005) bahwa bangunan dan konstruksi terhitung untuk setidaknya menghasilkan 30% dari emisi gas rumah kaca dunia. Dampak dari biaya energi ini secara langsung mempengaruhi penyewa dan pemilik bangunan. Energi merupakan 30% dari biaya operasional pada gedung perkantoran.

Dampak sistem bangunan harus dipertimbangkan sebagai keseluruhan sistem untuk keberlanjutan (Rahmawati dkk, 2013). Sebuah laporan oleh Eichholtz dkk (2010) berkesimpulan bahwa dunia perlu untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebagai pencegahan terhadap kemungkinan efek pemanasan global. Eichholtz dkk (2010) menunjukkan bahwa bangunan dan sektor properti dapat memainkan peran sentral dalam pengurangan ini. Sangat penting untuk mempertimbangkan keuntungan jangka panjang lingkungan dan manfaat ekonomis dari pertumbuhan perkotaan dan pengembangan untuk desain bangunan (Rahmawati dkk, 2013). Hal ini diperkuat oleh laporan EECH (2012) bahwa perkiraan menunjukkan bahwa desain yang ramah lingkungan dengan menggunakan teknologi yang tersedia di dalam bangunan dapat mengurangi konsumsi energi ventilasi dan pendinginan hingga 30% dan keperluan energi pencahayaan hingga setidaknya 50%.

O'mara dan Bates (2012) lebih jauh mengemukakan bahwa *green building* didesain untuk kelangsungan ekonomi dan lingkungan, dengan mempertimbangkan iklim setempat dan kebutuhan budayanya, yang dapat memfasilitasi kesehatan, keamanan, dan produktivitas dari penghuninya. Morsella (2009) menjelaskan bahwa gerakan *green building* sekarang cukup matang untuk menunjukkan bukti nilai *green economy* di pasar real estate bagi pemilik bangunan dan penyewanya dengan peningkatan pesat penggunaan energi terbarukan, dan konversi dari

teknologi informasi dan pembangunan teknologi dalam pembangunan kota cerdas, *eco-district*, dan *eco-campus*.

Di Indonesia, *Green property* tak hanya banyak diminati, tetapi juga sudah menjadi keharusan saat ini, khususnya pada bangunan tinggi. Hal ini dikemukakan Ketua Badan Sertifikasi dan Advokasi Real Estat Indonesia (REI) saat diskusi 'Menuju Indonesia Hijau', Rabu (27/6/2012). Menurutnya, para pengembang properti digiring untuk membangun bangunan berkonsep *green building* (Berita satu, 2013). Hal ini didukung oleh regulasi yang dibuat untuk mengatur hal itu, terutama lewat Peraturan Menteri Pembangunan Umum (PU) tahun 2014 yang sudah dirancang dan Peraturan Gubernur Jakarta No. 38. yang telah lebih dulu ada. Indonesia sendiri telah memasang target untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% pada tahun 2020. Hal ini seperti yang tertuang dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN – GRK).

Kendala utama bagi pengembang bangunan adalah kesalahpahaman bahwa pengeluaran modal lebih penting dibandingkan biaya siklus hidup bangunan. Mayoritas pemilik dan pengembang bangunan lebih peduli akan biaya awal tanpa menyadari bahwa biaya awal berhubungan erat dengan biaya operasional bangunan. Penggunaan desainer, material konstruksi dan peralatan mekanik/listrik yang tidak layak dan tahan lama akan berdampak terhadap biaya operasional dan pemeliharaan bangunan seiring waktu (EECCH, 2012). Menurut Kiernan (2009) ada beberapa kesalahpahaman dalam proses investasi yang membuat para investor menunda investasi pada bidang ini yang menjadi hambatan dalam investasi dibidang *sustainable property*, antara lain merasa investasi dibidang ini tidak relevan atau bahkan merugikan untuk resiko pengembalian keuangannya, kurang ada bukti akademis yang kredibel untuk mendukung penelitian investasi yang berkelanjutan, dan merasa faktor keberlanjutan 'harus' menambah nilai 'sepanjang waktu'; jika tidak mereka jelas akan bangkrut, tidak berharga. Padahal energi operasional yang dikonsumsi untuk fungsi bangunan dari waktu ke waktu hidupnya merupakan pangsa tertinggi penggunaan energi di gedung-gedung karena energi yang dibutuhkan untuk memberikan kenyamanan dan berbagai layanan di gedung-gedung yang memiliki waktu hidup yang lama (ESCAP, 2012).

Gambaran teoritis dan studi yang telah dilakukan oleh EECCH (2012), O'mara dan Bates (2012) dan Morsella (2009) membuktikan bahwa biaya awal investasi maupun operasional dan benefit yang akan diperoleh merupakan pertimbangan utama dalam berinvestasi pada *green building*. Telah banyak studi mengenai pengaruh konsep *green building* terhadap biaya dan benefit dalam investasinya. Salah satu alasan yang melatar belakangi penelitian ini adalah saat ini keputusan tentang berinvestasi atau tidak dalam *green building* biasanya hanya didasarkan pada biaya awal ditambah, dalam beberapa kasus, nilai tagihan energi dan air diturunkan. Dan penghitungan *life cycle cost* belum benar-benar dilakukan (Kats, 2003a) sehingga belum diketahui secara pasti bagaimana aspek-aspek dalam *green building* mempengaruhi investasi, khususnya di Surabaya. Sehingga mengetahui lebih khusus mengenai pengaruh dari penggunaan aspek-aspek dalam konsep *green building* pada bangunan tinggi terhadap investasinya akan memperjelas mengenai posisi dan *gap* terhadap keputusan pengembang untuk berinvestasi.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk menggali lebih lanjut faktor dalam konsep *green building* yang berpengaruh pada keputusan investasi oleh para pengembang dengan melihat penerapannya pada bangunan, yang dalam penelitian ini mengambil obyek bangunan tinggi (*high-rise building*) di Surabaya. Fokus dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih jauh bagaimana pengaruh antara penerapan konsep *green building* terhadap keputusan investasi pada bangunan tinggi. Diharapkan hasil penelitian dapat memberikan informasi empiris pengaruh penerapan konsep *green building* pada investasi bangunan tinggi di Surabaya, dan menjadi pendukung konsep *green building* yang ditinjau dari segi investasinya untuk mendorong pengembang properti mengembangkan properti dengan konsep yang ramah lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang diatas dapat disimpulkan bahwa investasi dalam suatu produk properti sangat dipengaruhi dengan *benefit* yang akan diperoleh. Untuk banyak pengembang di Indonesia, pengembangan *green building* masih merupakan tantangan besar terkait dengan pengaruhnya pada biaya investasi dan tingkat

pengembaliannya. Informasi dari salah satu pengamat properti, di Jakarta Jumat (21/11/2014), mengatakan bahwa penerapan prinsip-prinsip *green building* di Indonesia lebih pada sukarela dan belum menjadi wajib. Seperti Jakarta, dengan perkembangan bangunan yang paling ketat, belum dilakukan upaya mewajibkan atau insentif yang diberikan untuk mendorong pengembangan bangunan hijau (The Jakarta Post, 2014).

Dari empiris yang ada, untuk mencapai tujuan penelitian, yaitu untuk melihat pengaruh konsep *green building* pada investasi bangunan tinggi di Surabaya maka dirumuskan rumusan masalah yang dapat dipergunakan sebagai panduan dalam melakukan penelitian yang meliputi eksplorasi pengaruh dari penerapan konsep *green building* pada bangunan tinggi di Surabaya. Berdasarkan lingkup rumusan masalah tersebut, maka rumusan permasalahan dalam penelitian ini adalah “Bagaimana pengaruh penerapan faktor-faktor dalam konsep *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi?”

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat bagaimana pengaruh penerapan faktor-faktor dalam konsep *green building* terhadap nilai investasi pada bangunan tinggi (*high-rise building*). Untuk mencapai tujuan ini dilakukan pemenuhan sasaran, yaitu:

1. Menganalisa dan mendapatkan konsep pengaruh penerapan aspek *green building* terhadap biaya konstruksi pada bangunan tinggi.
2. Menganalisa dan mendapatkan konsep pengaruh penerapan aspek *green building* terhadap biaya operasional & perawatan pada bangunan tinggi.
3. Menganalisa dan mendapatkan konsep pengaruh penerapan aspek *green building* terhadap nilai properti pada bangunan tinggi.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berikut ini adalah manfaat yang diharapkan dapat diambil dari penelitian ini, antara lain:

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang *Real estate* khususnya pada area penelitian penerapan konsep *green building* dan

investasi, bagaimana pengaruh aspek desain & material dalam penerapan konsep *green building* terhadap keputusan investasi dengan pendekatan yang bersifat konstruktif.

2. Memberikan pendekatan yang inovatif mengenai bagaimana faktor-faktor dalam konsep *green building* mempengaruhi nilai investasi pada bangunan tinggi yang sangat penting untuk pengambilan keputusan investasi bagi *stakeholders*.

### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Pada dasarnya penelitian ini merupakan penelitian yang menguji pengaruh penerapan konsep *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi di Surabaya yang dilihat dari sudut pandang praktisi pengembang real estate. Agar hasil yang didapatkan sesuai dengan tujuan, maka diperlukan adanya penetapan lingkup dan batasan penelitian yang difokuskan sebagai berikut:

1. Subyek penelitian ini adalah penerapan aspek-aspek dalam konsep *green building* yang pada penelitian ini dibatasi pada tinjauan dari aspek desain & materialnya terhadap pengaplikasiannya pada bangunan di Surabaya.
2. Obyek penelitian ini adalah investasi yang dibatasi dengan indikator antara lain biaya konstruksi (*investment cost*), biaya operasional, dan nilai properti pada bangunan tinggi.
3. Lokasi penelitian ini dilakukan di kota Surabaya, dan responden yang dituju berada pada manajemen perusahaan pengembang properti seperti perusahaan konstruksi maupun developer / pengembang besar dengan jabatan struktural setingkat manager hingga direktur.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan tesis mengenai pengaruh penerapan konsep *green building* terhadap keputusan investasi pada bangunan tinggi di Surabaya ini disusun dan dijelaskan sebagai berikut:

Bab I merupakan bab pendahuluan yang menjabarkan tentang latar belakang penelitian yang dijelaskan melalui pendekatan teoritis dari studi literatur dan data empiris tentang kenaikan penggunaan energi, emisi karbon dan dampak negatif yang dihasilkan oleh bangunan. Selain itu juga menjabarkan mengenai rumusan

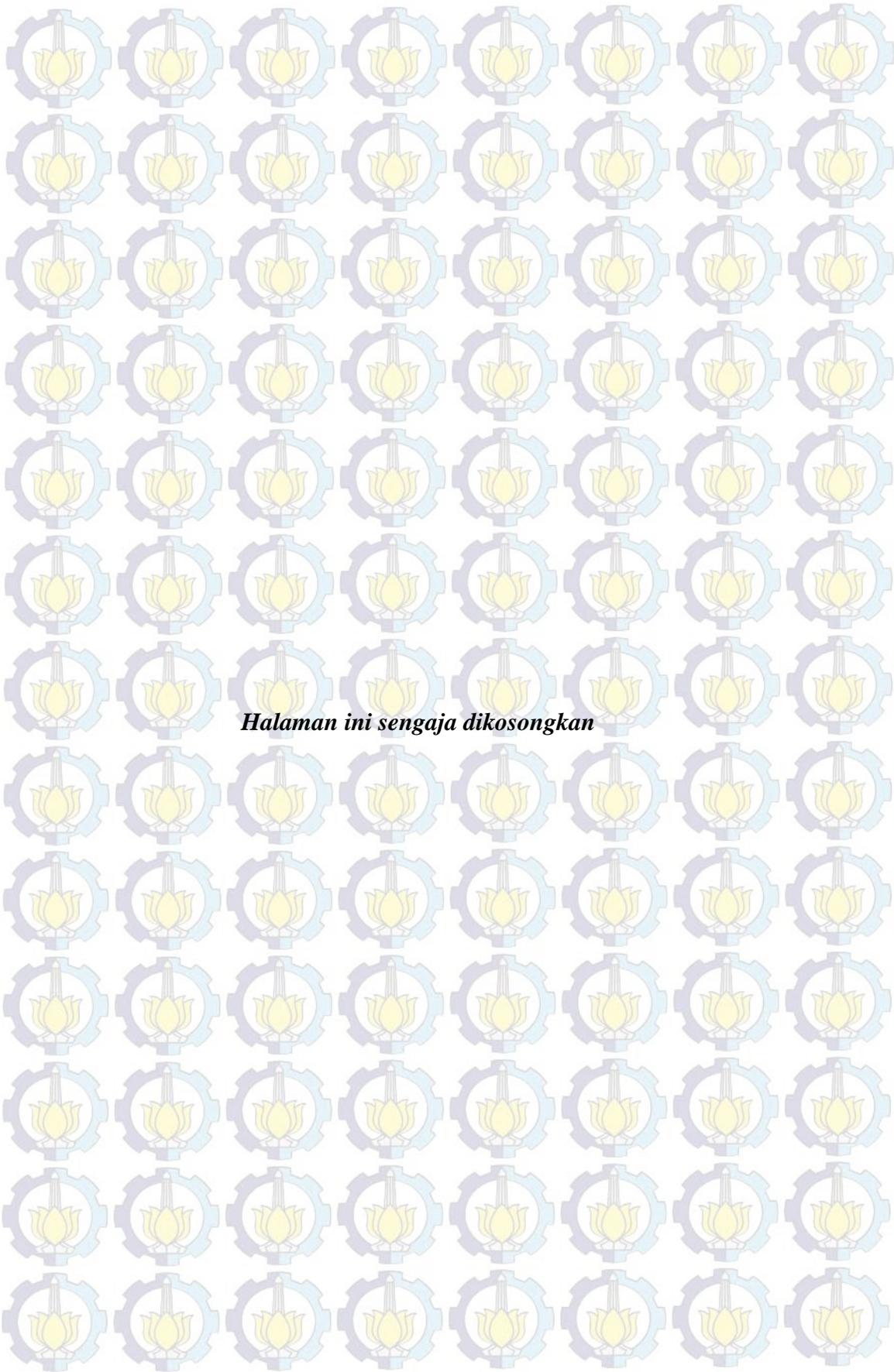
masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang mungkin didapatkan dari adanya penelitian, dan lingkup dan batasan penelitian.

Bab II merupakan tinjauan pustaka yang berisi penjelasan mengenai subyek dan kaitannya dengan obyek penelitian, kajian pustaka untuk mensintesa, dan mengevaluasi mengenai teori maupun konsep dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik penelitian, dalam hal ini penerapan konsep *green building* pada investasi bangunan tinggi. Tinjauan penelitian terdahulu dilakukan untuk mengetahui posisi penelitian saat ini dan agar menghindari kesamaan penelitian yang telah dilakukan.

Bab III merupakan metode penelitian yang berisi model dan konsep penelitian yang akan digunakan, identifikasi dan variabel penelitian, populasi dan sampel penelitian, responden serta hasil survei pendahuluan.

Bab IV merupakan analisa hasil dan pembahasan yang menjabarkan tentang hasil data yang diperoleh melalui metode survei dan distribusi kuisioner. Bab ini menjelaskan keseluruhan hasil analisa yang disintesa dengan konsep penelitian dan studi literatur penelitian terdahulu, yang kemudian dikaitkan dengan kondisi empiris di Surabaya. Pembahasan meliputi data empiris populasi, profil dan karakteristik responden penelitian, serta hasil analisa dan interpretasi pengaruh *green building* terhadap investasi pada analisa statistiknya.

Bab V merupakan bab yang berisi kesimpulan dari keseluruhan pembahasan dan sintesa yang telah dilakukan, serta saran untuk menjawab keterbatasan dan kelemahan penelitian untuk pengembangan penelitian selanjutnya.



## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Definisi dan Terminologi

Kajian pustaka dan dasar teori merupakan landasan dalam sebuah penelitian. Penjelasan definisi dan terminologi dalam penelitian ini digunakan agar isi yang disampaikan sesuai dengan batasan dan maksud penelitian. Berikut ini beberapa definisi penggunaan kata atau istilah terkait dengan obyek yang diteliti.

##### 2.1.1 Green building

*Green building* adalah sebuah bangunan yang lebih efisien dalam energi, mempunyai dampak lingkungan yang lebih kecil dan lebih sehat untuk penggunaannya (Green building dictionary, 2015).

##### 2.1.2 Bangunan Tinggi

Bangunan Tinggi adalah istilah untuk menyebut suatu bangunan yang memiliki struktur tinggi. Beberapa definisi bangunan tinggi, antara lain:

- a. Bangunan memiliki karakteristik tinggi diatas 22 meter (Neufert, 2012)
- b. *Oxford English Dictionary* mengartikan bangunan tinggi sebagai "bangunan yang memiliki banyak tingkat".
- c. Bangunan tinggi adalah bangunan yang mempunyai ketinggian lebih dari 8 lapis (Perda DKI Tahun 1991)
- d. Bangunan tinggi diklasifikasi menjadi Bangunan tinggi I, ketinggian  $\leq 40$  m atau 5-8 lantai dan Bangunan tinggi II, ketinggian  $\geq 40$  m atau  $\geq 9$  lantai (Perda Surabaya No. 7 Tahun 1992)

##### 2.1.3 Investasi

Pengertian investasi menurut KBBI yaitu penanaman uang atau modal di suatu perusahaan atau proyek untuk tujuan memperoleh keuntungan (KBBI *online*, 2015).

## 2.2 Konsep Investasi

Ada beberapa konsep investasi menurut para ahli. Investasi menurut Reilly (2012) adalah komitmen dari uang untuk jangka waktu tertentu dalam rangka untuk memperoleh pembayaran di masa mendatang yang akan mengkompensasi investor untuk (1) waktu dana berkomitmen, (2) yang diharapkan tingkat inflasi selama periode ini, dan (3) ketidakpastian pembayaran di masa mendatang. Investasi menurut Horne (1998) adalah kegiatan yang dilangsungkan dengan memanfaatkan kas pada masa sekarang ini, dengan tujuan untuk menghasilkan barang di masa yang akan datang. Konsep investasi menurut ahli seperti terlihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Konsep Investasi

No.	Sumber	Kata Kunci
1.	KBBI (2015)	-Penanaman modal -Bertujuan memperoleh laba
2.	Horne (1998)	-Pemanfaatan kas masa sekarang -Bertujuan menghasilkan barang nantinya.
3.	Reilly (2012)	-Penggunaan uang pada masa dan jangka waktu tertentu untuk memperoleh pembayaran dimasa depan

Dari pengertian beberapa ahli pada Tabel 2.1 dapat disimpulkan definisi investasi adalah penggunaan uang sebagai modal sekarang pada masa dan jangka waktu tertentu, dengan harapan akan mendapat keuntungan finansial di masa depan.

Peterson & Fabozzi (2002) menyatakan nilai perusahaan (*firm*) saat ini adalah nilai sekarang dari semua arus kas masa depan (*future cash flow*). Arus kas masa depan ini berasal dari aset yang sudah di tempat, yang merupakan aset akumulasi sebagai hasil dari semua keputusan investasi masa lalu, dan peluang investasi masa depan. Sehingga nilai perusahaan adalah nilai sekarang dari arus kas dari semua aset di tempat ditambah dengan nilai kini arus kas dari peluang investasi masa depan. *Future cash flow* didiskontokan pada tingkat yang mewakili penilaian investor dari ketidakpastian arus kas yang akan mengalir dalam jumlah dan waktu yang diharapkan. Untuk mengevaluasi nilai perusahaan, perlu dievaluasi resiko arus kas masa depan tersebut. Resiko arus kas berasal dari dua sumber dasar:

1. Resiko penjualan (*Sales risk*), yang merupakan tingkat ketidakpastian yang terkait dengan jumlah unit yang akan dijual dan harga barang atau jasa; dan
2. Resiko operasional (*Operational risk*), yang merupakan tingkat ketidakpastian tentang arus kas operasional yang timbul dari campuran tertentu biaya operasi tetap dan variabel.

Masih menurut Peterson & Fabozzi (2002) resiko penjualan terkait dengan ekonomi dan pasar di mana barang dan jasa perusahaan yang dijual. Resiko operasional, sebagian besar ditentukan oleh produk atau jasa yang disediakan perusahaan dan berhubungan dengan sensitivitas arus kas operasional terhadap perubahan penjualan. Kedua resiko ini disebut resiko bisnis. Resiko bisnis Sebuah proyek tercermin dalam tingkat diskonto, yang merupakan tingkat pengembalian yang diperlukan untuk mengkompensasi pemasok modal (pemegang obligasi dan pemilik) untuk jumlah resiko yang mereka tanggung. Dari perspektif investor, tingkat diskonto adalah tingkat pengembalian (RRR). Dari perspektif perusahaan, tingkat diskonto adalah biaya modal (*cost of capital*).

Untuk mengevaluasi sebuah investasi, harus dilihat bagaimana hal itu akan merubah arus kas masa depan sebuah perusahaan, seberapa besar nilai perusahaan akan berubah karena hasil dari investasi tersebut. Perubahan nilai sebuah perusahaan sebagai hasil dari investasi adalah perbedaan antara manfaat dan biayanya (*projects benefit - projects cost*). Didalam sebuah investasi terdapat beberapa faktor penyusunnya. Antara lain adalah terjadinya aktifitas *cash-flow*. Analisa arus kas (*discounted cash flow analysis*) menilai aliran pendapatan yang diharapkan dari properti seperti jika semua arus kas yang akan diterima saat ini (Miles, 2007). *Cash flow* terdiri dari dua macam aliran/ arus kas yaitu *cash in-flow* dan *cash out-flow* (PSAK No.2, 2002; Peterson & Fabozzi, 2002) yaitu:

1. Nilai sekarang dari arus kas dari aktivitas operasional (*operational cash flow*) yaitu pendapatan dikurangi biaya operasional, disebut sebagai *operating cash flow* (OCF)
2. Nilai sekarang dari arus kas investasi (*investment cash flow*), yang merupakan pengeluaran yang dibutuhkan untuk memperoleh aset proyek dan arus kas setiap dari mengeluarkan aset proyek.

Dari 2 komponen diatas dapat disimpulkan perubahan nilai proyek adalah *operational cash flow + investment cash flow*. Nilai sekarang dari arus kas operasional suatu proyek biasanya positif (menunjukkan sebagian besar arus kas) dan nilai sekarang dari arus kas investasi biasanya negatif (menunjukkan sebagian besar arus kas keluar) (Peterson & Fabozzi, 2002).

### **2.2.1 Biaya Investasi (*Initial cost*)**

Menurut Gittinger (1986), biaya adalah sesuatu yang mengurangi tujuan. Biaya yang umumnya dimasukkan dalam analisis proyek adalah biaya-biaya yang langsung berpengaruh terhadap suatu investasi, antara lain seperti biaya operasional dan biaya investasi. Menurut Soetrisno (1985) yang menjelaskan tentang kriteria usulan proyek, investasi adalah pengeluaran yang pertama atau ongkos permulaan proyek, yaitu ongkos yang dikeluarkan mulai studi kelayakan, pembangunan proyek sampai dengan pembukaan proyek. Ongkos / biaya ini disebut dengan *project cost* (ongkos proyek) atau ongkos permulaan (*initial cost*).

Dalam analisis kriteria usulan proyek tahun permulaan proyek ditandai dan disebut dengan tahun ke nol. Fabricky & Blanchard (1991) menyatakan secara umum kalifikasi ini terbatas pada biaya yang terjadi pada saat setiap pekerjaan yang diberikan dalam aktivitas awal proyek. Biaya awal umumnya terdiri dari beberapa elemen biaya yang tidak akan terulang setelah proyek dimulai. Untuk peralatan yang dibeli, termasuk harga dan biaya pengiriman, biaya instalasi, dan biaya training. Untuk struktur fabrikasi, sistem atau peralatan, termasuk desain teknik dan biaya pembangunan, tes dan biaya evaluasi, dan konstruksi atau biaya produksi seperti pengiriman, instalasi dan biaya training.

### **2.2.2 Biaya Operasional & Perawatan**

Operasional dan biaya pemeliharaan akan dialami terus menerus selama masa manfaat proyek. Termasuk dalam kategori biaya ini adalah biaya tenaga kerja dari operasi dan pemeliharaan pribadi, biaya bahan bakar dan listrik, operasional dan biaya pemeliharaan pasokan, biaya cadangan dan perbaikan, biaya untuk asuransi dan pajak, dan bagian dari biaya tidak langsung yang disebut *overhead* atau biaya rutin. Biaya ini sangat besar, dan sering kali mereka melebihi biaya

pertama dalam jumlah total. Waktu terjadinya biaya ini sangat berbeda secara substansial, namun, dalam operasional dan biaya pemeliharaan terjadi dari waktu ke waktu sampai struktur, sistem, atau peralatan sudah tidak digunakan lagi (Fabricky & Blanchard, 1991; Miles, 2007).

Biaya operasional terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) yaitu banyaknya biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan produksi yang jumlah totalnya tidak berubah atau tetap pada volume kegiatan tertentu, penyusutan pajak dan sebagainya (Gittinger, 1986; Sudarsono dan Edillius, 2001), biaya semi tetap (*semi fixed cost*) adalah biaya yang tetap untuk tingkat volume kegiatan tertentu dan perubahan dengan jumlah yang konstan pada volume produksi tertentu (Sudarsono dan Edillius, 2001), dan biaya variabel (*variabel cost*). Biaya variabel adalah biaya yang dikeluarkan cenderung berubah sesuai dengan bertambahnya volume dan kegiatan produksi, meliputi biaya-biaya bahan baku, tenaga kerja langsung dan sebagainya. (Gittinger, 1986; Sudarsono dan Edillius, 2001).

### **2.2.3 Nilai Properti**

Tujuan utama dari penilaian properti adalah untuk memberikan ukuran keuangan yang berasal dari penggunaan dan kontrol properti. Nilai properti ditentukan melalui aliran jasa yang mampu untuk memenuhi persyaratan pemilik dan / atau penghuni. Tergantung pada tujuan penilaian, konsep nilai yang digunakan dalam penilaian properti dapat berbeda. Kedua nilai pasar (*market value*), yakni pertukaran nilai dan kelayakan (*worth*) (RICS, 2007 dalam Ng, 2013). Layak (*worth*) dapat didefinisikan sebagai nilai properti untuk investor tertentu, terutama untuk tujuan investasi. nilai pasar (*market value*) dibentuk oleh kekuatan-kekuatan kompetitif dalam pasar di mana properti terletak untuk mengidentifikasi apa yang mungkin menjadi tawaran tertinggi dan terbaik dalam pertukaran aset.

Tidak ada satu unit properti pun yang mempunyai nilai properti yang sama persis, dikarenakan beberapa faktor luar yang mempunyai dampak terhadap nilai properti. Seperti perbedaan lokasi, hak yang melekat didalamnya, fasilitas yang ada didalamnya dan kondisi fisik dan lingkungan sosialnya (Prakoso, 2005). Namun, untuk mengetahui nilai (*value*) yang mencerminkan semua unsur yang mempengaruhi nilai properti tersebut dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan,

yaitu:

1. Besaran nilai (berkaitan dengan harga sebuah properti dalam rupiah/mata uang lain).
2. Kecenderungan perubahan (menyatakan perubahan nilai properti dari waktu ke waktu berupa naik/turunnya nilai properti disuatu kawasan yang membentuk tren/kecenderungan yang bisa meramalkan nilai yang akan datang).
3. Tipologi nilai (nilai relatif properti serhadap properti lain, misalnya murah, mahal).
4. Nilai jual obyek pajak (njop)

Menurut Hidayati (2003 dalam Prakoso 2005), ada 4 faktor yang mempengaruhi nilai properti, yaitu faktor permintaan dan penawaran, faktor fisik properti, faktor lokasi dan peletakannya, dan faktor kebijakan dan perundangan.

Faktor- faktor tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Faktor Permintaan dan Penawaran.

Jika penawaran properti dipasaran tetap sedangkan permintaan bertambah, maka nilai properti akan naik. Begitupula sebaliknya, jika permintaan tetap sedangkan penawaran bertambah, maka nilai properti dapat menjadi turun. Naik turunnya permintaan dan juga penawaran properti tersebut dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya faktor kependudukan (bertambahnya jumlah penduduk, perubahan struktur penduduk dan persebaran penduduk), perubahan peferensi konsumen terhadap properti, dan faktor perubahan teknologi pembangunan.

#### 2. Faktor Fisik Properti.

Faktor fisik properti ditentukan beberapa hal diantaranya jenis dan kegunaan properti (menentukan lingkup pasaran bagi properti yang berkenaan), ukuran dan bentuk lahan (luasan tanah-lebih luas lebih mudah dibangun dan lebih ekonomis dalam beraktifitas, bentuk fisik properti-seperti tanah bentuk segi empat lebih mudah dibangun daripada yang berbentuk tidak teratur, orientasi lahan-misal memanjang kebelakang atau melebar kedepan), serta desain dan konstruksi bangunan (desain bangunan lebih ditentukan oleh jenis kegunaan bangunan-harus sesuai dengan fungsinya, dan selera/tren masyarakat saat itu, sedang konstruksi menentukan kualitas bangunan-pemilihan material yang tepat dan kesesuaiannya dengan lingkungan).

### 3. Faktor Peraturan Perundangan.

Sistem perundangan yang terlalu ketat mungkin akan menyebabkan permintaan turun dan selanjutnya akan mempengaruhi nilai tanah. Sekain itu *zoning* dan faktor perencanaan kota merupakan faktor yang kerap mempengaruhi nilai properti, juga keadaan ekonomi negara dan perubahan suku bunga pinjaman di bank.

### 4. Faktor Lahan Dalam Penentuan Nilai Properti.

Konsumen yang ingin menggunakan lahan sebagai lahan propertinya akan memilih karakteristik lahan yang sesuai dan mendukung propertinya yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Perhatian pada sisi eksternal yang perlu dipertimbangkan adalah ketersediaan utilitas dan fasilitas apakah mencukupi atau tidak, demikian juga aksesibilitasnya, status lahanya dan pemanfaatan lahannya.

## 2.3 Konsep *Green Building*

Secara umum, pembangunan hijau (*green development*) memiliki pemahaman yang sangat luas, menurut Shrivasta dan Spence (1995) dalam Nirmala (2011) yaitu proses pembangunan segala aspek kehidupan yang melibatkan pengendalian dan pemenuhan kebutuhan penduduk dunia saat ini hingga masa mendatang melalui keberlanjutan yang ekologis. *Green building* sendiri merupakan bagian dari *green development* yang lebih khusus. Menurut Kibert (2005) *green building* mengacu pada kualitas dan karakteristik dari struktur aktual yang dibuat menggunakan prinsip-prinsip dan metodologi dari konstruksi yang *sustainable*. *Green building* dapat didefinisikan sebagai desain fasilitas yang sehat dan dibangun dengan cara efisiensi sumber daya, menggunakan prinsip-prinsip dasar ekologis. Kubba (2010) mendefinisikan *green building* sebagai praktik dari membuat struktur dan menggunakan proses yang bertanggungjawab terhadap lingkungan dan menghemat sumber daya selama *life-cycle* bangunan, dari desain, konstruksi, operasional, perawatan, renovasi dan dekonstruksinya.

*Green building* mengacu pada praktek untuk meningkatkan efisiensi pada bangunan dengan menggunakan sumber daya energi, air dan bahan sekaligus mengurangi dampak negatif bangunan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup selama siklus bangunan, melalui desain dan konstruksi yang lebih baik, operasional, pemeliharaan dan pengurangan limbahnya (Frej, 2005), melepaskan

lebih sedikit polusi ke udara, tanah dan air, dan sehat bagi penghuninya daripada bangunan konvensional (Shiers, 2000). Dari beberapa definisi yang telah dijelaskan sebelumnya dapat diambil kesimpulan sesuai dengan matriks definisi *green building* yang disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Matriks Konsep *Green*

No.	Sumber	Definisi <i>Green</i>	Kata Kunci
1	Shrivasta dan Spence (1995)	Proses pembangunan melalui keberlanjutan yang ekologis	- Pembangunan ekologis
2	Kibert (2005)	- Menggunakan prinsip-prinsip dan metodologi dari konstruksi yang <i>sustainable</i> . - Efisiensi sumber daya, menggunakan prinsip-prinsip dasar ekologis	- Konstruksi berkelanjutan - Efisiensi sumber daya
3	Frej (2005)	- Meningkatkan efisiensi pada bangunan dengan menggunakan sumber daya energi, air dan material. - Desain dan konstruksi yang lebih baik, dengan operasional, pemeliharaan dan pengurangan limbahnya.	- Efisiensi energi - Efisiensi air - Efisiensi material
4	Shiers (2000)	- Efisiensi pada sumber daya dan energi - Melepaskan lebih sedikit polusi ke udara, tanah dan air. - Sehat bagi penghuninya daripada bangunan konvensional.	- Efisiensi energi - Rendah emisi - Sehat untuk penghuni
5	Kubba (2010)	- Membuat struktur dan menggunakan proses yang ramah lingkungan. - Menghemat sumber daya selama <i>life-cycle</i> bangunan, dari desain, konstruksi, operasional, perawatan, renovasi dan dekonstruksinya.	- Ramah lingkungan - Efisiensi sumber daya - <i>Life cycle</i> bangunan

Dari kata kunci yang didapat, dapat disimpulkan bahwa *green building* merupakan pembangunan yang memperhatikan segala aspek kehidupan pada saat pembangunan, operasional maupun ketika telah habis masa pakainya untuk meminimalkan dampak buruk pada lingkungan sekitarnya dan memberikan dampak positif pada pengguna dan lingkungan sekitarnya dengan efisiensi pada setiap sumber daya (energi, air, material) yang digunakan.

Penerapan konsep bangunan hijau terbilang masih baru di Indonesia. Untuk

daerah Ibu Kota Negara, Jakarta baru mengeluarkan Peraturan Gubernur No.38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau. Aspek-aspek penting yang harus diperhatikan dan dipenuhi dalam membangun sebuah bangunan hijau (*green building*) dimulai dari tahap perencanaan, konstruksi, operasional maupun setelah masa bangunan habis dan tidak digunakan lagi. Selain itu, sangat penting untuk memahami bahwa keputusan yang diambil pada masa awal persiapan *brief* desain memiliki pengaruh kuat terhadap efisiensi energi dan pada akhirnya biaya modal dan siklus hidup dari keseluruhan proyek bangunan.

Keputusan yang baik diambil pada awal proses desain dan akan menghasilkan manfaat yang lebih besar dibandingkan keputusan baik yang diambil di tengah-tengah proses (EECCH, 2012). Selain itu, dengan melakukan kolaborasi desain, dapat digunakan untuk membantu ahli memproduksi solusi optimal sebagai desain keseluruhan sistem untuk mencapai proyek pengembangan bangunan yang keberlanjutan (Rahmawati dkk, 2013).

Bangunan tinggi dengan kompleksitas tidak sederhana dan memiliki ketinggian sedang-tinggi merupakan kategori wajib bangunan gedung yang dikenai persyaratan bangunan gedung hijau. Dalam Peraturan Gubernur DKI tahun 2012 tentang bangunan gedung disebutkan bahwa yang dimaksud dengan bangunan gedung hijau atau *green building* adalah bangunan gedung yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan sumber daya yang efisien dari sejak perencanaan, pelaksanaan konstruksi, pemanfaatan, pemeliharaan, sampai dekonstruksi.

Konsep *green* ini menjadi konsep yang berpotensi bagi semua pihak, meskipun kepentingan dari masing-masing *stakeholder* berbeda. Bagi penyelenggara pembangunan, kepentingan mereka adalah memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya sebagai investasi dalam bidang *green property* karena keyakinan konsep ini dapat menambah nilai properti. Bagi konsumen, dengan adanya konsep *green building* ini konsumen dapat menghemat biaya-biaya seperti listrik, air, AC dan lainnya. Konsumen juga memiliki bangunan dengan tingkat kenyamanan dan kesehatan yang lebih baik. Sedangkan bagi pemerintah, dapat membantu untuk menjaga lingkungan sekitar, penghematan energi dan lainnya. Kepentingan yang berbeda-beda tersebut dapat diselesaikan dengan konsep *green building* ini (The President Post, 2013).

Berikut ini akan dijelaskan mengenai konsep-konsep *green* yang dikaji dari berbagai literatur yang kemudian dilihat kesesuaiannya dengan konsep *green* yang diacu pada GREENSHIP yang dibentuk oleh GBCI (*Green Building Council Indonesia*). GREENSHIP digunakan sebagai acuan karena merupakan alat penilaian bangunan hijau yang diterapkan di Indonesia, dan lokasi penelitian yang berada didalamnya sehingga karakteristik *green building* yang digunakan dapat lebih sesuai dengan kondisi fisik di lapangan. Didalam GREENSHIP terdapat 6 aspek penilaian *Green Building*, yaitu:

1. *Appropriate site development* (kesesuaian pengembangan site)
2. *Energy efficiency and conservation* (efisiensi dan konservasi energi)
3. *Water conservation* (konservasi air)
4. *Material resource & recycle* (sumber daya & daur ulang material)
5. *Indoor air health & comfort* (kesehatan udara & kenyamanan)
6. *Building and environment management* (manajemen lingkungan dan bangunan)

Kriteria yang akan dikaji dan dijadikan sebagai variabel adalah dari segi desain maupun material, yang dapat terukur dengan aspek investasi.

#### 1. Aspek desain

Aspek desain sangat dipertimbangkan dalam mendesain *green building*. Sebuah bangunan hijau (*green building*) tidak dapat diklasifikasikan sebagai bangunan berkelanjutan kecuali mengikuti proses sepanjang hidup-siklus bangunan: dari perencanaan untuk merancang, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan pembongkaran. Praktek ini memperluas dan melengkapi desain bangunan klasik dalam kepentingan ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan. Karena itulah aspek desain menjadi pertimbangan yang penting (Rostami dkk, 2012). Desain *Green Building* bisa membuktikan perkembangan masa depan. BCA (2010) menyatakan pembangunan yang berkelanjutan menjadi sebuah keharusan, karena itu desain *green building* menjadi penting. Untuk membuat *green building* yang tidak hanya dapat meminimalkan dampak pada lingkungan, tetapi juga tetap praktis, ekonomis dan nyaman untuk digunakan, sangat penting untuk dilakukan integrasi dalam desain dengan tim desain yang bekerja secara keseluruhan pada seluruh proses, serta mempertimbangkan setiap aspek bangunan secara integratif dan holistik.

## 2. Aspek material

Aspek material juga sangat dipertimbangkan, hal ini seperti dinyatakan oleh Spiegel & Meadows (2012) bahwa menggunakan bahan bangunan hijau dapat membantu mengalihkan kualitas udara dalam ruangan (IAQ), memenuhi permintaan konsumen, dan dapat memenuhi persyaratan peraturan tertentu. Kepedulian mengenai bangunan yang sehat dan *site* yang sehat meningkat seiring dengan pemahaman yang berkembang mengenai potensi bahaya kesehatan yang berhubungan dengan bahan-bahan tertentu. Produk bangunan hijau, terutama yang dibuat dari bahan tidak beracun, alami, dan organik, dapat mengurangi kontaminan IAQ dan keluhan yang menyertainya maupun klaimnya. Permintaan konsumen untuk bangunan yang sehat dan struktur hemat energi juga mendorong produsen dan desainer untuk mengeksplorasi pilihan untuk produk hijau. Pemenuhan dengan permintaan konsumen adalah bisnis yang baik.

Penjabaran lebih lanjut mengenai kriteria *green building* diatas dijelaskan pada sub-bab selanjutnya. Sub-bab selanjutnya akan menjelaskan mengenai konsep dan definisi, sesuai dengan 6 aspek penilaian dalam *green building* yang mengacu pada Green Building Council Indonesia (2012). Kemudian, dari faktor *green building* yang telah teridentifikasi, akan dikaji lebih lanjut agar terbentuk rumusan variabel penelitian.

### 2.3.1 *Appropriate Site Development*

Kesesuaian pengembangan site, yaitu pertimbangan dari implikasi dari pemilihan lokasi site sangat penting untuk meminimalkan dampak negatif lingkungan yang mungkin mengiringi sebuah proyek, dari aktivitas konstruksi untuk orang-orang yang akan menempati fasilitas tersebut. Bagaimana penempatan bangunan nantinya dapat meminimalkan efek negatif terhadap lingkungan disekitarnya. Dalam GBCI (2012), Kesesuaian penggunaan lahan dengan memelihara/ meningkatkan area hijau kota, menghindari pembukaan lahan baru/area *greenfields*, mudah diakses, dekat dengan prasarana umum, meningkatkan kualitas iklim mikro, dan mampu mengurangi beban limpasan air hujan. Hal ini didukung Kubba (2010) yang menyatakan bahwa pemilihan lokasi pada dasarnya menekankan kembali penggunaan dan restorasi bangunan atau site

yang telah ada; mengurangi jejak pembangunan (*development footprint*); mengurangi limbah/sampah konstruksi dan mengurangi efek pemanasan kota (*heat island effect*).

Yudelson (2007) juga menyatakan lokasi bangunan harus sesuai dengan peraturan, peruntukan lahan dan fungsinya, dan juga harus memperhatikan agar pembangunan menghindari dampak negatif lingkungan. Terkait dengan perencanaan lokasi awal Vale (2009) menyatakan dengan meminimalkan jejak bangunan (*footprint development*); seperti mendesain bangunan meninggi keatas sehingga memiliki jejak bangunan yang lebih kecil daripada desain bangunan yang melebar kesamping sehingga menimbulkan jejak bangunan yang lebih besar (Froeschle, 1999). Rumusan variabel dapat terlihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Rumusan Variabel terkait Kesesuaian Pengembangan Lahan

Sumber	Teori Kesesuaian Pengembangan Lahan	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Froeschle (1999)	Mendesain bangunan meninggi keatas sehingga memiliki jejak bangunan yang lebih kecil	Meminimalkan jejak bangunan	Desain bentuk masa bangunan  Penggunaan <i>green roof</i>
Yudelson (2007)	Lokasi bangunan sesuai dengan peraturan, peruntukan lahan dan fungsinya, menghindari dampak negatif lingkungan	Mendesain bangunan	
Vale (2009)	Mendesain dengan meminimalkan jejak bangunan	Meminimalkan jejak bangunan	
Kubba (2010)	Penggunaan dan restorasi bangunan atau site yang telah ada; mengurangi jejak pembangunan; mengurangi limbah/sampah konstruksi dan mengurangi <i>heat island effect</i> .	Mengurangi jejak pembangunan dan mengurangi <i>heat island effect</i>	

Konsep variabel awal yang ditemukan adalah Desain massa bangunan dan Penggunaan *green roof*, yang akan dijelaskan seperti berikut ini:

#### 1. Desain Bentuk Massa Bangunan

Bentuk bangunan (*stacking*, *massing* dan keseluruhan geometri) mempunyai dampak signifikan pada fungsi bangunan, efisiensi energi, dan

performa penghuni. Orientasi bangunan mempengaruhi banyak aspek dari *green design*, mulai dari performa bangunan sampai stimulasi visual pada penghuni bangunan. Mempertimbangkan dari orientasi matahari, angin, ketersediaan dari pencahayaan alami, pembayangan yang dihasilkan oleh tanaman, topografi, maupun struktur yang berdekatan. Bangunan tingkat tinggi mendapatkan penyinaran matahari secara penuh dan radiasi panas.

Orientasi matahari yang baik mengacu pada posisi yang bangunan atau bangunan dalam kaitannya dengan arah jalan matahari di langit (Nielson dkk, 2009). Dalam Building and Construction Authority Singapore (BCA) tahun 2010, pencahayaan pada siang hari dapat dimaksimalkan dengan meminimalkan kedalaman plat lantai, terutama di gedung perkantoran. Semakin dalam pelat lantai, semakin sulit untuk membawa sinar matahari ke dalam ruang sehingga meningkatkan ketergantungan pada pencahayaan buatan. Plat lantai lebih dari 27,5m akan kesulitan mencapai pencahayaan yang efektif untuk ruang. Orientasi juga dapat mempengaruhi pemilihan lansekap dan konsumsi air irigasi (ASHRAE, 2006). Selain mempunyai ciri-ciri seperti yang telah diuraikan pada suatu bangunan bertingkat tinggi, juga ada beberapa bentuk bangunan yang dapat menunjang sebagai bangunan bertingkat tinggi, yaitu:

Secara horizontal bentuk bangunan bertingkat tinggi dapat berupa:

- a. segitiga, segiempat, bujur sangkar
- b. bulat, elips, trapesium
- c. segilima, segienam, segidelapan, dan segi banyak
- d. kombinasi antara bentuk-bentuk di atas

Secara vertikal bentuk bangunan bertingkat tinggi dapat berupa :

- a. makin keatas tetap sama besar
- b. makin keatas mengecil
- c. masa yang stabil.

Dari pengertian bangunan tinggi secara vertikal di horizontal sebelumnya, maka desain masa bangunan dapat dibedakan menjadi 2 yaitu desain bangunan masa dengan bentukan massa bangunan yang tipis secara vertikal dan desain masa bangunan dengan bentukan massa bangunan yang tipis secara horizontal.

## 2. Penggunaan *Green Roof*

Memelihara atau memperluas kehijauan kota untuk meningkatkan kualitas iklim mikro, mengurangi CO<sub>2</sub> dan zat polutan, mencegah erosi tanah, mengurangi beban sistem drainase, menjaga keseimbangan neraca air bersih dan sistem air tanah (Yudelson, 2007) merupakan salah satu tujuan dari penerapan *green building*. Meningkatkan kualitas iklim mikro di sekitar gedung yang mencakup kenyamanan manusia dan habitat sekitar gedung dapat dilakukan dengan menggunakan *green roof* sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk *mechanical electrical* (ME), dihitung dari luas tajuk. *Green roof* berfungsi sebagai ruang komunal hijau untuk penghuni bangunan tetapi juga menawarkan manfaat ekologis dan lingkungan. Selain itu, *green roof* juga meningkatkan ketahanan termal dari atap sehingga mengurangi panas fluks melalui atap dan ke dalam ruang bawah dibawahnya (BCA, 2010; Kubba, 2010).

*Green roof* terdiri dari 2 jenis, yaitu intensif dan ekstensif. Intensif *green roof* lebih tebal dan dapat menyokong tanaman yang lebih besar. Namun, intensif *green roof* menambah berat dan membutuhkan irigasi dan perawatan, jadi kebanyakan proyek menggunakan ekstensif, yang mana lapisan tanahnya lebih tipis (kurang dari 4 inci) dan tipikalnya terdiri dari material ringan seperti perlite (Yudelson, 2007). Untuk ekstensif *green roof*, Wark&Wark (2003 dalam Castleton dkk, 2010) menyatakan total beban basah ekstensif *green roof* dapat bernilai antara kurang dari 49 kg/m<sup>2</sup> hingga maksimal 98 kg/m<sup>2</sup>.

### 2.3.2 *Energy Efficiency and Conservation*

Konservasi energi merujuk pada pengurangan pemakaian energi. Tujuan utama dari konservasi energi adalah untuk menghemat energi. Sedangkan efisiensi energi didefinisikan sebagai semua metode, teknik, dan prinsip-prinsip yang memungkinkan untuk dapat menghasilkan penggunaan energi lebih efisien dan membantu penurunan permintaan energi global. Efisiensi dan konservasi energi merupakan upaya pengendalian penggunaan dan menghemat energi listrik dengan desain bangunan yang dapat memaksimalkan pencahayaan dan penghawaan alami, penggunaan fitur-fitur hemat energi, pemanfaatan teknologi ramah lingkungan yang mampu menghasilkan sumber energi baru bagi bangunan dari sumber daya

alam yang ada (GBCI, 2012). Menurut Kubba (2010) efisiensi dan konservasi energi dapat membuat biaya operasional berkurang sangat signifikan. Seperti desain pasif bangunan (orientasi dan bentukan bangunan untuk memaksimalkan pencahayaan alami, pendinginan pasif dan penghawaan alami, mempertimbangkan sumber energi baru (seperti matahari, angin), penggunaan selubung bangunan, penggunaan kontrol manajemen energi agar lebih efisien (seperti lampu sensor otomatis), juga penggunaan sistem pendinginan hemat energi. Yudelson (2007) menyatakan beberapa poin antara lain penggunaan insulasi yang lebih baik, penggunaan kaca yang lebih baik (*double glazing, Low-e*), AC yang lebih efisien, sensor gerak untuk menyalakan lampu&HVAC, memaksimalkan ventilasi dan pencahayaan alami, mengukur dengan tepat sistem HVAC yang digunakan. Konsep mengenai efisiensi dan konservasi energi ini dapat terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Rumusan Variabel terkait Efisiensi & konservasi energi

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Yudelson (2007)	Penggunaan insulasi yang lebih baik, AC & kaca yang lebih efisien, sensor gerak untuk menyalakan lampu&HVAC, memaksimalkan ventilasi dan pencahayaan alami,	Penggunaan material kaca low- E, AC hemat energi, desain pencahayaan alami	-Penggunaan kaca Low-e -Efisiensi sistem tata udara -Efisiensi sistem tata cahaya
Kubba (2010)	Desain pasif bangunan (orientasi dan bentukan bangunan untuk memaksimalkan pencahayaan alami, pendinginan pasif dan penghawaan alami)	Desain pasif bangunan untuk pencahayaan& penghawaan alami & penggunaan teknologi ramah lingkungan	-Penggunaan panel surya -Penggunaan selubung bangunan

Konsep variabel selanjutnya yang didapat adalah Penggunaan kaca arsitektural Low-e, Konservasi energi pada sistem tata udara, Konservasi energi pada sistem pencahayaan, Penggunaan panel surya dan Penggunaan selubung bangunan yang akan dijabarkan sebagai berikut.

## 1. Penggunaan Kaca Arsitektural Low-e

Sifat kaca memiliki dampak yang signifikan terhadap pengurangan beban pendinginan. Penggunaan material kaca *Low-e* (memiliki emisivitas rendah) dapat mereduksi panas dari luar. Kaca *Low-e* bertindak sebagai cermin radiasi, merefleksikan inframerah (panas) sinar kembali ke sumber (Kim & Rigdon, 1998). Kaca dapat mengurangi panas dari sinar matahari dengan kaca dengan nilai *Shading Coeffisien* (SC) yang rendah (Froeschle, 1999; Sugiyanto dalam Samudro, 2010). Kaca *Low-e*, merupakan kaca yang dilapisi 2 pelapis (*coating*) oksida logam melalui proses CVD (*Chemical Vapor Deposition*). Pelapis ini dilapiskan hanya pada satu sisi kaca. Adapun 2 pelapis tersebut: *Low Reflective coating* dan *Low Emissivity coating* pada kaca Sunergy dan 2 pelapis *Low Emissivity coating* pada kaca Planibel-G, yang dapat mengurangi panas yang masuk sehingga mampu meningkatkan kenyamanan.

## 2. Efisiensi Energi Pada Sistem Tata Udara

Penghematan energi dapat dicapai dengan penggunaan energi secara efisien dimana manfaat yang sama diperoleh dengan menggunakan energi lebih sedikit, ataupun dengan mengurangi konsumsi dan kegiatan yang menggunakan energi. Efisiensi energi dapat dilakukan dengan merencanakan sistem tata udara dengan mempertimbangkan penggunaan pengkondisian pendingin seefisien mungkin (Permen PU, 2012). Produk sistem tata udara yang digunakan adalah produk yang mempunyai emisi minimal, rendah VOC dan menghindari penggunaan chlorofluorocarbons (cfc). Beberapa kemajuan teknologi dibidang penyejuk udara antara lain adalah sistem split VRV. Vrv adalah kependekan dari *Variable Refrigerant Volume* (Daikin, 2015). Pengertian dari *variable* disini adalah tidak konstan atau tetap karena volume yang bersikulasi di dalam pipa tembaga akan selalu berubah tekanannya tergantung dari kebutuhan pendinginan pada tiap zonanya yang sangat sesuai untuk bangunan komersial. Produk yang ada saat ini memungkinkan hingga 20 unit dalam ruangan yang disediakan oleh unit kondensasi tunggal.

### 3. Efisiensi Energi Pada Sistem Tata Cahaya

Efisiensi energi pada sistem pencahayaan digolongkan menjadi 2 yaitu pencahayaan buatan dan pencahayaan alami, yang dijelaskan sebagai berikut:

#### a. Pencahayaan Buatan

Nyala lampu dimatikan secara otomatis oleh *motion sensor & lux sensor*. *Motion sensor* / deteksi pergerakan berguna untuk memberikan pencahayaan otomatis terhadap ruangan yang memiliki aktivitas sesuai jarak tertentu yang dapat dikenali sensor. *Lux sensor* / deteksi cahaya berguna untuk melakukan pencahayaan disuatu ruangan berdasarkan jumlah cahaya alami yang masuk ruangan, artinya lampu akan dinyalakan otomatis bila mana cahaya alami disuatu ruang tidak lagi memadai/ tidak mencapai batas minimum iluminasi yang telah ditetapkan sebelumnya pada sensor yang digunakan (Ondang, 2012). Ada beberapa jenis sensor gerak yang tersedia (Sinopoli, 2010), termasuk *Passive infra-red (PIR)*, *Ultrasound* aktif, dan teknologi hibrid, seperti kombinasi PIR dan ultrasound aktif, atau PIR dan suara yang terdengar. Sensor ini biasanya digunakan di lokasi seperti lorong-lorong, lobi-lobi, kantor swasta, konferensi kamar, toilet, dan tempat penyimpanan. Sensor ultrasonik memancarkan gelombang suara frekuensi tinggi dan merasakan frekuensi gelombang tercermin saat mereka kembali ke perangkat. Gerakan di daerah di mana gelombang dipancarkan perubahan frekuensi gelombang tercermin menyebabkan sensor untuk menyalakan lampu.

Sinopoli (2010) juga menyatakan Sensor *Ultrasonic* memberikan cakupan wilayah terus menerus dan yang paling cocok untuk digunakan di daerah terbuka seperti kantor, ruang kelas, dan ruang konferensi besar. Perangkat mekanik yang menghasilkan getaran atau perubahan aliran udara, seperti sistem HVAC, dapat memicu sensor ultrasonik dan menyebabkan lampu menyala. Sedangkan sensor PIR mendeteksi radiasi, yaitu energi panas yang dilepaskan oleh tubuh dan PIR hanya menerima radiasi inframerah dan tidak memancarkan apapun.

#### b. Pencahayaan Alami

Untuk ventilasi alami, hal yang harus diperhatikan adalah tinggi bangunan dan geometri atapnya, bentuk bangunan, ukuran dan lokasi pintu/jendela, dan

partisi ruang Froeschle (1999). Pencahayaan alami yang paling diinginkan berasal dari utara, karena ini mempunyai sinar matahari yang lebih rendah, dan terdiri dari pembiasan cahaya sehingga tidak menyebabkan silau (ASHRAE, 2006). Pada fasad yang menghadap Timur dan Barat, sangat dipertimbangkan meminimalan jumlah dan ukuran bukaan yang digunakan. Semakin masif dindingnya, semakin baik karena itu hampir selalu mengurangi panas sinar matahari lebih baik dari kaca (BCA, 2010). Ukuran kaca, orientasi dan jarak penghuni dari kaca, dengan kata lain karakteristik kaca, menentukan kualitas dan kuantitas dari pencahayaan alami untuk interior bangunan. Timur dan barat menerima sinar matahari paling banyak, sehingga harus didesain untuk menghindari sinar matahari langsung (Froeschle, 1999). Bangunan yang meminimalkan bukaan di barat dan timur, khususnya dimana banyak kaca digunakan, secara umum lebih efisien energinya karena kenaikan panas matahari terkait dengan arah hadap timur dan barat. Jika tujuan dari owner adalah menggunakan angin alami untuk penghawaannya, maka bangunan harus diorientasikan dengan kaca yang dapat dioperasikan dan ketinggian dominan tegak lurus terhadap angin yang berlaku untuk menangkap efek angin dan lebih baik dapat mengalirkan udara keluar ruangan (ASHRAE, 2006).

#### 4. Penggunaan panel surya

Penggunaan panel surya (*Photovoltaic*) merupakan salah satu sumber energi mandiri, penerapan dari penggunaan sumber daya yang terbarukan. Sistem *Photovoltaic* (PV) mengkonversi sinar matahari langsung menjadi listrik. Hal ini juga mengurangi jejak karbon bangunan karena menghasilkan listrik tanpa memancarkan apapun gas rumah kaca atau polutan lainnya (BCA, 2010). Teknologi PV dapat diklasifikasikan ke dalam polycrystalline wafers (silikon kristal berbasis wafer) yang memiliki efisiensi 15-20% dan monocrystalline solar cells (*thin film*) yang memiliki efisiensi 20-25% (Davis Langdon, 2010). Modul PV menghasilkan arus searah (DC) listrik ketika terkena sinar matahari. Inverter mengubah DC ke arus bolak-balik (AC) listrik dan mensinkronisasi ke grid sehingga dapat memenuhi kebutuhan listrik dalam bangunan. Pada malam hari, PowerGrid memasok 100% dari penggunaannya. Pada siang hari, sistem PV memasok apapun dari 0 sampai 100%, tergantung pada penggunaannya, dan intensitas sinar matahari.

## 5. Penggunaan selubung bangunan

Pengaplikasian selubung bangunan (*Secondary Skin*) adalah untuk mengurangi panas akibat radiasi matahari langsung baik yang melalui selubung bangunan maupun atap bangunan gedung (Permen PU, 2012). Desain permanen sebuah *shading* tergantung dari area bukaan dan orientasinya terhadap matahari. Secara umum *shading* horizontal digunakan untuk fasad Selatan, sedangkan vertikal lebih efisien untuk timur atau barat (Athienitis & Santamouris, 2002).

Dalam Building and Construction Authority Singapore (BCA) tahun 2010, selubung bangunan melakukan fungsi utama sebagai penjaga dari cuaca diluar. *Shading* dapat mengambil berbagai bentuk, termasuk proyeksi horizontal atau vertikal, rak cahaya, skrining eksterior, hijau dan/atau balkon. Beberapa hal yang penting dalam mendesain selubung bangunan untuk dilakukan adalah:

- a. Orientasikan bangunan dan desain fasad untuk mencegah pemanasan. Timur dan barat menerima sinar matahari paling banyak, sehingga harus didesain untuk menghindari sinar matahari langsung
- b. Menggunakan kaca secara efektif untuk *view* dan pencahayaan alami.
- c. Ketika insulasi diaplikasikan pada permukaan, insulasi tersebut harus bisa mencegah konduksi panas yang melaluinya.
- d. Mengurangi panas dari sinar matahari dengan kaca dengan nilai SC yang rendah.
- e. Mempertimbangkan umur, ketahanan dan *life cycle costing* ketika memilih material fasad.
- f. Menyediakan akses yang mudah untuk perawatan dan pembersihan, khususnya untuk *curtain wall* agar sistem fasad dapat terus berfungsi secara maksimal.

### 2.3.3 *Water Conservation*

Konservasi air merupakan upaya pengendalian penggunaan dan efisiensi air dengan menghemat penggunaan air bersih dengan fitur yang efisien, penggunaan instalasi air daur ulang, pemanfaatan teknologi air hujan/*grey water* untuk irigasi & *flush toilet* serta mengatur pengolahan limbah cair (GBCI). Menurut Kubba (2010) dengan meminimalkan air yang terbuang, dengan *fixture* yang efisien, penggunaan sistem *dual plumbing* untuk air daur ulang untuk *flush toilet* atau *grey water* untuk

menyiram tanaman/irigasi. Yudelson (2007) dengan prinsipnya untuk mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang kembali air.

Dengan menggunakan kembali daur ulang *greywater* dan air hujan, juga penggunaan fixture yang hemat air. Konservasi air dapat dilakukan dengan penghematan air dan penggunaan daur ulang air. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum (PU) pasal 1 tahun 2012, konservasi air dapat dilakukan dengan mengendalikan dan mengurangi konsumsi air berlebih, penggunaan perlengkapan air yang sesuai kapasitas buangan, pemanfaatan sumber air bersih alternatif (Froeschle, 1999). Konsep mengenai konservasi air ini dapat terlihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Rumusan Variabel Terkait Konservasi Air

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Froeschle (1999)	penggunaan perlengkapan air yang sesuai kapasitas buangan, pemanfaatan sumber air bersih alternatif	Pemanfaatan sumber air bersih alternatif	Penggunaan sistem air daur ulang
Yudelson (2007)	mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang kembali air.	Penggunaan air daur ulang	
Kubba (2010)	meminimalkan air yang terbuang, penggunaan fixture yang efisien, penggunaan air daur ulang.	Penggunaan air daur ulang	

Konsep variabel selanjutnya yang didapat adalah Penggunaan sistem air daur ulang (*grey water* & air hujan), yang akan dijabarkan sebagai berikut. Terpisah dari limbah air toilet, arti *greywater* digunakan ketika menunjuk pada air limbah oleh produksi rumah tangga. *Greywater* merupakan air limbah dari mandi, cuci tangan, mesin cuci, air cuci baju dan air cuci piring (Dixon et al, 1999).

Penggunaan daur ulang air bekas dan pemanfaatan teknologi penampungan air hujan dapat dipakai untuk irigasi dan pembilasan wc (Yudelson, 2007; Vale, 2009; Kubba, 2010, GREENSHIP, 2015). Penggunaan *greywater* merupakan trend yang muncul dalam menghemat air. *Greywater* mengandung 50% hingga 80% dari air limbah perumahan, terdiri dari air cuci piring, cucian baju, tidak

seperti *blackwater* yang mengandung racun dan kontaminasi biologis (Nadel, 2009).

#### **2.3.4 Material Resource & Recycle**

Pemilihan material dapat memberikan dampak pada lingkungannya, tidak hanya karena segala proses yang termasuk didalamnya seperti ekstraksi, produksi dan transportasinya, semua yang dapat memberikan dampak negatif pada ekosistem, namun beberapa material juga dapat mengeluarkan zat-zat beracun yang berbahaya bagi penghuninya (Froeschle, 1999). Strateginya dapat dilakukan dengan penggunaan kembali material bekas & material daur ulang, pemakaian material ramah lingkungan, tidak memakai bahan yang dapat merusak ozon pada bangunan, dan penggunaan material fabrikasi seperti terlihat pada Tabel 2.6. Kubba (2010) menyatakan dengan menggunakan material berkelanjutan, seperti material daur ulang, rendah/tidak beracun, komponen bangunan yang dapat digunakan kembali, material yang lebih tahan lama dibandingkan dengan produk konvensional dan produksi lokal.

Yudelson (2007) menekankan pentingnya nilai dari material sisa yang digunakan kembali untuk mengurangi penggunaan energi untuk mendaur ulang komponen. Dalam Froeschle (1999) kriteria material bangunan bervariasi tergantung proyeknya. Kriteria juga mungkin bervariasi tergantung apakah proyek tersebut adalah konstruksi baru atau renovasi atau bangunan eksisting. Pertimbangan umur, ketahanan dan *life cycle costing* ketika memilih material fasad sangat penting. Mahal tapi rendah perawatan dan material yang kokoh lebih ekonomis daripada lebih sering perawatan dari umur bangunan (Froeschle, 1999).

Berikut adalah beberapa kriteria dari material bangunan yang digunakan untuk produk-produk *green building* secara umum (Froeschle, 1999), antara lain produk yang difabrikasi dengan proses yang efisien termasuk mengurangi konsumsi energi (meminimalkan limbah), material yang dapat didaur ulang pada akhir masa pakainya, komponen bangunan yang dapat digunakan kembali, material yang lebih tahan lama dibandingkan dengan produk konvensional, produk dan sistem yang menghambat kelembapan atau kontaminasi biologis pada bangunan, *Healthfully maintained*; material, komponen atau sistem yang membutuhkan metode

pembersihan simpel nontoxic atau rendah VOC dan produk lokal. Rumusan variabel dari penggunaan material ramah lingkungan dapat terlihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Rumusan Variabel Terkait *Green Material*

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Froeschle (1999)	Penggunaan material dengan meminimalkan energi yang dipakai, ramah lingkungan dan aman.	Material yang aman dan ramah lingkungan	Penggunaan material ramah lingkungan
Yudelson (2007)	Meminimalkan energi yang digunakan	Material yang ramah lingkungan	
Kubba (2010)	Penggunaan material daur ulang, tidak beracun, dan komponen bangunan yang dapat digunakan kembali	Penggunaan material daur ulang&material fabrikasi	

Dampak negatif lingkungan dapat diminimalkan dengan penggunaan intensif dari *green materials*. Produk yang mempunyai presentasi yang tinggi dalam pembaruan kembali sumber mempunyai lebih sedikit jejak lingkungan (RCAC, 2009). Dari beberapa kriteria diatas ditemukan variabel berupa Penggunaan material yang ramah lingkungan. Salah satu material ramah lingkungan yang diterapkan pada bangunan tinggi adalah penggunaan dinding bata ringan.

Bata ringan diciptakan agar dapat memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi. Material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, tahan air dan api. Tidak seperti bata biasa, berat bata ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat bata ringan berkisar antara 600-1600 kg/m<sup>3</sup>. Dibandingkan dengan beton konvensional, bata ringan menunjukkan beberapa fitur unggulan, seperti kepadatan rendah dan insulasi termal. Karena itu keunggulan bata ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat bangunan pada pondasi, *piles* maupun kerangka struktur (Ismail dkk, 2004). Selain itu mempercepat pelaksanaan, serta meminimalisasi sisa material yang terjadi pada saat proses pemasangan dinding berlangsung.

### 2.3.5 Indoor Air Health & Comfort

Merupakan sirkulasi udara dan pencahayaan yang baik, pengendalian kenyamanan suhu, mengurangi terpaparnya asap rokok dalam ruangan, penggunaan material bangunan yang tidak beracun bagi penghuninya, pemandangan keluar gedung yang cukup, dan pengendalian tingkat kebisingan (GBCI).

Kenyamanan dalam ruang dapat dilakukan dengan menghindari material yang rendah bahan berbahaya (VOC) pada furniture maupun *finishing* interior, penggunaan pencahayaan alami dan penghawaan yang baik (Kubba, 2010). Selain itu, kenyamanan pengguna dalam bangunannya termasuk pengaturan suhu udara, aliran udara, kelembaban relatifnya dan kondisi thermal dalam bangunan dan penggunaan material yang rendah VOC (Yudelson, 2007) seperti yang terlihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Rumusan Variabel Terkait Kesehatan dan Kenyamanan Ruang

Sumber	Teori	Terkait aspek Desain & material	Variabel
Yudelson (2007)	Suhu udara yang tepat, aliran udara, kelembapan yang stabil dan penggunaan material yang rendah VOC.	penggunaan material yang rendah VOC	penggunaan material yang rendah VOC pada furniture/ finishing
Kubba (2010)	Rendah VOC pada furniture maupun finishing interior, penggunaan pencahayaan alami dan penghawaan yang baik	penggunaan material yang rendah VOC pada furniture/finishing	

Konsep variabel selanjutnya adalah Penggunaan material yang rendah VOC pada furniture/ finishing yang dalam hal ini merupakan finishing cat dinding. Laporan dari EPA's Pacific Southwest Regional Office dengan Resource Conservation Challenge and Pollution Prevention funds (2007) menyatakan bahwa penggunaan cat rendah VOC dibatasi dengan standar oleh Green Seal dengan penggunaan cat interior kandungan VOCnya <50 gram/l, US EPA < 5 gram/l, dan GreenGuard total VOC < 0,5 mg/m<sup>3</sup>, selain itu penggunaan *Caulk* dan *sealants* sekarang 4%, diusulkan menjadi 0,5%.

*Green building* menghindari material-material yang berpotensi membahayakan kesehatan pengguna dengan perubahan kualitas air dan udara yang ditimbulkan material tersebut. Dalam bangunan, penggunaan material yang rendah VOC pada furniture/ finishing seperti dengan penggunaan cat atau lapisan (*coating*) yang tidak mengandung atau memiliki kandungan bahan organik berbahaya (*Volatile Organic Compounds-VOC*) yang tinggi. Hal ini harus diperhatikan agar penghuni tetap merasa nyaman dan terlindungi dari penggunaan bahan dan material yang meracuni kesehatan. (Permen PU, 2012; Froeschle, 1999; GREENSHIP, 2015).

#### **2.3.6 *Building & Environment Management***

Terdapat instalasi pengolahan sampah, manajemen limbah padat & cair, instalasi pengolahan limbah organik & anorganik yang bermanfaat dalam mengurangi dampak negatif lingkungan, dan pengadaan survei kepuasan&kontrol secara berkala (GBCI). Kubba (2010) menambahkan adanya manajemen limbah, mulai dari limbah pada masa konstruksi hingga limbah daur ulang. Pada aspek terakhir tidak ada yang digunakan karena aspek yang diambil dibatasi pada aspek desain dan materialnya sedangkan aspek ini lebih kepada lingkungan masyarakatnya.

#### **2.4 Penerapan *Green Building* Pada Bangunan Tinggi**

Di Indonesia, hingga saat ini belum ada undang-undang yang khusus mengatur mengenai *green building*. Di Surabaya sendiri belum ada peraturan daerah yang mengatur mengenai *green building*, sehingga dalam penelitian ini Peraturan Daerah diambil dari kota Jakarta yang merupakan ibu kota negara Indonesia dan telah lebih dahulu membuat peraturan mengenai *green building*. Juga ditambahkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum pada tahun 2012 mengenai bangunan tinggi. Beberapa persyaratan teknis yang sudah diatur oleh peraturan daerah dalam menentukan suatu bangunan tersebut sudah sesuai dengan konsep *green building* atau belum untuk gedung baru dan gedung eksisting tercantum pada Tabel 2.8. Dari Tabel 2.8 mengenai bangunan berkonsep *green building*, bangunan harus mempertimbangkan dari awal pelaksanaan konstruksinya, keamanan material

yang digunakan, limbah yang dihasilkan dan penggunaan energi air & udara secara efisien pada saat konstruksi maupun operasionalnya.

Tabel 2.8 Persyaratan Teknis *Green Building*

Gedung Baru	Gedung Eksisting
- Efisiensi energi	- Konservasi dan efisiensi energi
- Efisiensi air	- Konservasi dan efisiensi air
- Kualitas udara dalam lingkungan	- Manajemen operasional / pemeliharaan
- Pengelolaan lahan dan limbah	- Kualitas udara dalam ruang dan
- Pelaksanaan kegiatan konstruksi	kenyamanan termal

Sumber: Peraturan Gubernur DKI 38/2012

Penyelenggaraan bangunan gedung dengan jenis dan luasan tertentu wajib memenuhi persyaratan bangunan *green building*. Hal ini telah lebih dulu diatur dalam Pergub DKI tahun 2012 yang digunakan sebagai acuan, karena dalam Peraturan Daerah Surabaya sendiri masih belum terdapat regulasi-regulasi mengenai *green building*. Luasan tertentu yang dimaksud diatas dapat terlihat pada Tabel 2.9. Dari Tabel 2.9 dapat terlihat bahwa kategori bangunan tinggi yang harus mengikuti persyaratan *green building* merupakan bangunan komersial, maupun non komersial dan minimal mempunyai luasan batasan lantai >10.000 m<sup>2</sup>.

Tabel 2.9 Persyaratan Bangunan *Green Building*

Fungsi	Jenis	Luas batasan seluruh lantai
Hunian	Gedung rumah susun	> 50.000 m <sup>2</sup>
Usaha	Gedung perkantoran	> 50.000 m <sup>2</sup>
	Gedung perhotelan	> 20.000 m <sup>2</sup>
Lebih dari 1 fungsi	lebih dari satu fungsi dalam 1 massa bangunan	> 50.000 m <sup>2</sup>
Sosial & budaya	Gedung pelayanan kesehatan	> 20.000 m <sup>2</sup>
	Gedung pelayanan pendidikan	> 10.000 m <sup>2</sup>

Sumber: Pasal 3 Peraturan Gubernur DKI 38/2012

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan ataupun memiliki lingkup yang sama dengan penelitian ini. Penelitian terdahulu perlu dikaji untuk melihat potensi dan posisi penelitian sekarang. Penelitian terdahulu ini digunakan sebagai pendukung dan dasar dalam mengkaji pengaruh antara nilai investasi dalam bangunan tinggi dengan konsep *green building* di Surabaya. Berikut ini adalah beberapa tinjauan penelitian yang berkaitan dengan topik penelitian yang akan dilakukan.

### 2.5.1 Tinjauan mengenai Biaya investasi *Green building*

Biaya, tidak bisa dipisahkan dari analisa investasi bangunan berkonsep *green*. Kats (2003b) menemukan bahwa bangunan hijau umumnya dianggap menjadi jauh lebih mahal daripada bangunan konvensional. Untuk menentukan biaya bangunan hijau dibandingkan dengan desain konvensional, dengan menginterview arsitek dan senior bangunan yang dihubungi untuk menganalisa biaya 33 bangunan hijau bersertifikat LEED (25 bangunan perkantoran dan 8 sekolah) dibandingkan dengan desain konvensional untuk gedung-gedung yang sama. Rata-rata biaya untuk bangunan hijau sekitar 2% lebih tinggi, yaitu pada saat konstruksinya. Sebagian besar biaya ini karena meningkatnya arsitektur dan rekayasa (A & E) waktu desain dan biaya pemodelan dan waktu yang diperlukan untuk mengintegrasikan praktek pembangunan berkelanjutan ke dalam proyek. Umumnya, fitur *green building* yang telah dimasukkan ke dalam proses desain, semakin rendah biayanya. Dan menurut sebuah studi McGraw-Hill (dalam O'Mara dan Bates, 2012), bangunan hijau menyebabkan peningkatan nilai-10,9% bangunan untuk konstruksi baru dan 6,8% untuk proyek-proyek bangunan yang ada. Kedua penelitian ini meneliti mengenai obyek yang sejenis di berbeda negara, untuk melihat pengaruhnya terhadap peningkatan biaya investasinya. Penelitian yang akan dilakukan juga akan melihat pengaruhnya terhadap nilai properti namun dari segi praktisi pengembang real estate, dengan metode yang berbeda.

Hadas dkk (2014) membahas seberapa mahal harga dalam bangunan hijau di Israel. Menggunakan analisis model *cost-benefit* pada bangunan berkonsep *Green building* dan berfokus pada gedung perkantoran dengan ukuran yang

berbeda. Temuan penelitian ini adalah sama dengan yang di negara lain, dimana besar biaya investasi pada bangunan hijau diperkirakan naik hingga 0-10%. Tingginya tingkat pengembalian investasi (ROI), sebagian besar dari penghematan pada listrik (sekitar 40%) dan produktivitas pekerjanya (60%). Persamaan dengan penelitian ini adalah pada variabel yang diteliti, seperti biaya awal dan biaya operasional, sedangkan perbedaannya adalah pada metode dan obyek penelitian, karena penelitian sekarang berfokus pada obyek yang digeneralisasikan secara umum sedangkan hasil penelitian Hadas (2014) tidak bisa digeneralisasikan karena karakteristik setiap bangunan berbeda sehingga tidak bisa diaplikasikan secara umum.

Penelitian oleh Firsani dan Utomo (2012) mengenai *life cycle cost* pada sebuah bangunan tinggi berkonsep *green building* di Malaysia telah meneliti dengan aspek biaya awal (biaya lahan, biaya bangunan, biaya peralatan berupa sistem tata udara, transportasi vertikal, sistem pencegahan bahaya kebakaran, dan pengolahan limbah *grey water*), operasional & perawatan, biaya energi, biaya penggantian, nilai sisa dan umur siklus. Dari hasil penelitian ditemukan bahwa presentasi pemakaian biaya pada biaya awal sekitar 75,3%, biaya energi 0,73%, biaya operasional & perawatan 23,9% dan biaya penggantian 0,026%. Diketahui bahwa biaya terbesar adalah pada biaya awal pada masa konstruksinya. Persamaan dengan penelitian sekarang adalah pada penggunaan indikator biaya awal, biaya operasional & perawatannya. Perbedaannya adalah pada metode penelitian yang digunakan, yaitu menggunakan metode keuangan Nilai sekarang (*Present worth method*) untuk melihat besaran biaya yang dikeluarkan pada satu obyek tertentu.

### **2.5.2 Tinjauan mengenai Biaya Operasional pada *Green building***

Biaya operasional dan perawatan termasuk energi, air/kotoran, limbah, daur ulang, biaya penggantian, perawatan, dsb (Kubba, 2010). Biaya penggantian yang lebih rendah dari sistem dan material merupakan manfaat signifikan dari bangunan berkonsep *green*. Mengurangi biaya operasional dari sebuah bangunan dapat meningkatkan pendapatan operasional bersih dengan cara yang lebih daripada penghematan langsung. Bahkan, menurut New Buildings Institute, peningkatan

pendapatan operasional bersih meningkatkan nilai bangunan dinilai oleh sepuluh kali penghematan biaya tahunan. Hal ini diperoleh dari menggabungkan ketahanan material dan desain yang memperpanjang umur sistem bangunan dan bangunan itu sendiri (Kubba, 2010).

Kunci utama adalah perawatan yang rutin pada sistem sehingga sistem dapat terjaga agar dapat berjalan dengan maksimal. Lebih dari 120 studi menunjukkan bahwa bangunan yang berjalan dengan tepat dapat menghemat biaya energi dari 10%-15% (Berkeley dalam Yudelson, 2008). Sebuah analisis terbaru dari *Operations and Maintenance Saving Determination Working Group* menyatakan pengukuran tahunan dan verifikasi melaporkan dari 100 proyek super ESPC (*Energy Savings Performance Contracts*) di Amerika yang sedang berlangsung menunjukkan bahwa 21% dari penghematan dilaporkan adalah karena pengurangan biaya O&M. Penghematan biaya yang berhubungan dengan energi ini, juga dapat mencakup penghematan pada biaya perbaikan dan penggantian, merupakan sebagian besar dari penghematan proyek (OMSD, 2007).

Penelitian oleh Shiers (2000) mengenai biaya energi dari 14 bangunan bersertifikat hijau (BREEAM) dengan membandingkan data pada biaya energi bangunan *green* dengan bangunan konvensional. Hasilnya menunjukkan penurunan pada penggunaan energi dan penghematan antara 6-30%. Karena terbatasnya ukuran sampel, peneliti tidak dapat mengontrol usia bangunan, desain dan karakteristik fungsinya. Miller dkk (2008) juga mengindikasikan biaya operasional yang lebih rendah untuk bangunan yang berkelanjutan. Rata-rata biaya dari biaya energi pada bangunan berlabel *green* (ENERGY STAR) adalah \$1,27 /ft<sup>2</sup> per tahun, sedangkan untuk bangunan yang tidak berlabel *green* adalah \$1,81 /ft<sup>2</sup> per tahun. Analisa ini berdasarkan pada sampel sebanyak 643 bangunan yang bersertifikat *green* dan 2000 yang tidak bersertifikat *green*, termasuk hanya *multi-tenant*, bangunan perkantoran kelas A yang telah dibangun sejak 1970, mempunyai 5 lantai atau lebih, dan mempunyai luas area sedikitnya 200.000 ft<sup>2</sup>. Persamaan dari kedua penelitian terdahulu ini adalah pada salah satu aspek yang diteliti, yaitu biaya penggunaan energinya dan pada obyek bangunan tinggi berkonsep *green building*. Perbedaannya adalah pada metode yang digunakan, yang menggunakan konsep

keuangan, sedangkan penelitian sekarang berfokus pada aspek yang mempengaruhi investasi *green building* di Surabaya.

Lebih jauh lagi Pivo & Fisher (2008) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa biaya utilitas bangunan properti yang bersertifikat ENERGY STAR per ft<sup>2</sup> secara signifikan lebih rendah daripada yang tidak bersertifikat. Penghematan dalam utilitas bangunan bersertifikat ENERGY STAR rata-rata sekitar 24 sen per ft<sup>2</sup> per tahun (9,8%). Metode yang digunakan adalah analisis portofolio dan regresi, untuk melihat pengaruh dari *responsible property investing* yang dilihat dari permintaan penyewa, pengeluaran (utilitas, biaya energi, penerimaan resiko dan peningkatan modal) dan variabel yang diteliti adalah karakteristik properti, lokasi, dan pendapatan per ft<sup>2</sup>. Penelitian ini memiliki kesamaan pada untuk mencari pengaruh properti berkonsep *green* pada nilai propertinya. Perbedaannya adalah pada metode penelitian dan output penelitian yang berupa seberapa besar pengaruh faktor tersebut dalam keputusan investasi bangunan di Surabaya.

### **2.5.3 Tinjauan mengenai Performa *Green building***

Penelitian mengenai performa bangunan hijau telah banyak dikaji oleh penelitian terdahulu. Ditemukan bahwa performa bangunan meningkat seiring dengan penggunaan konsep *green* tersebut. Hal yang berkaitan dengan penelitian terdahulu oleh Miller (2009) adalah bagaimana performa bangunan hijau pada gedung perkantoran. Miller membuktikan bahwa bangunan sehat dapat mengurangi waktu sakit dan meningkatkan produktivitas para penghuninya, selain manfaat yang didapat pada bangunan berkonsep *green* lainnya. Bangunan sehat mengurangi waktu sakit dan meningkatkan produktivitas, sehingga lebih mudah untuk merekrut dan mempertahankan karyawan. Hasil penelitian ini didasarkan pada survei terhadap lebih dari 500 penyewa yang telah pindah ke bangunan berlabel LEED atau ENERGY STAR. Penelitian ini juga membuktikan bahwa absen dan ijin sakit pegawainya berkurang cukup besar. Sehingga bangunan hijau merupakan pendukung terhadap keseluruhan performa bangunan nantinya. Hasil dari penelitian Miller ini mendukung penelitian yang akan dilakukan, terkait dengan peningkatan *rate* penghuni pada bangunan berlabel hijau, manfaat penerapan konsep *green* tidak hanya untuk lingkungan saja namun dalam bangunan terhadap penghuninya. Dalam

hal ini kesamaan yang dilihat adalah pengaruh dari penggunaan material dalam ruang yang ramah lingkungan, kenyamanan ruang dari pencahayaan dan sistem tata udara. Sedangkan perbedaannya pada responden penelitian. Penelitian terdahulu mensurvei konsumen (pengguna bangunan) sedangkan penelitian sekarang adalah pada praktisi pengembangnya.

Penelitian yang pernah dilakukan oleh Sugiyanto dalam Samudro (2010) di Surabaya adalah mengenai komposisi penggunaan energi yang digunakan pada bangunan tinggi kantor sewa yang pada umumnya adalah AC=42,5%, Fans/Pump=18,6%, Lights=20,9%, Elevator=5,9%, Equipment=12,1%. Samudro (2010) menjelaskan bahwa diketahui penggunaan energi terbesar mengacu pada dua jenis aspek nilai yaitu pada penghawaan dan pencahayaan. Penggunaan energi terbesar pada penghawaan dihasilkan oleh penggunaan AC dan Pencahayaan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa optimalisasi sistem cahaya melalui teknologi pemanfaatan cahaya alami, penggunaan teknologi kaca berlapis ganda (*double glazing*) pada fasade bangunan dan penggunaan sistem tata udara yang hemat energi dapat digunakan untuk memaksimalkan penghematan energi pada bangunan tinggi. Temuan ini menjadi salah satu aspek pendukung untuk mencari tahu pengaruh desain bangunan dan penggunaan material kaca Low-E terhadap penggunaan energi listriknya. Perbedaan pada penelitian sekarang adalah pada obyek yang lebih umum, dan lebih digeneralisasikan pada kota Surabaya sehingga metodenya pun berbeda.

Biaya awal investasi merupakan faktor penting lain yang menjadi pertimbangan ketika ingin berinvestasi pada bangunan *green*, apakah biaya konstruksi awal dapat diimbangi oleh penghematan biaya operasional. Penelitian oleh Boyd (2003) mengenai pengaruh *sustainability* terhadap investasi peroperti berpengaruh positif terhadap nilai kapital dari sebuah bangunan dan untuk lingkungan sekitarnya. Studi kasus yang diambil adalah bangunan perkantoran di Brisbane, Australia. Kriteria yang diukur pada penelitian terbagi untuk *benchmark* bangunan eksisting yaitu konsumsi sumber (energi, AC, air) desain&penggunaan (transportasi, interior, bahan bangunan, lingkungan) dan lingkungan sosial. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan TBL (*triple bottom line*) dan model perhitungan *cash flow*. Penelitian ini menemukan bangunan yang efisien

meningkatkan kualitas kerja, mengurangi biaya operasional, mengurangi biaya perawatan dan peningkatan biaya investasi yang lebih besar pada bangunan perkantoran. Penelitian yang sekarang fokus pada aspek desain dan material yang digunakan, dengan pendekatan pada sisi praktisi pengembangnya.

#### **2.5.4 Tinjauan mengenai Nilai Properti pada *Green building***

Nilai properti juga dipengaruhi oleh penerapan konsep *green*. Ditemukan bahwa nilai properti meningkat seiring dengan penggunaan konsep *green* tersebut. Asosiasi Manajemen Properti Indonesia menaksir, proyek hijau itu mendatangkan nilai tambah. Harga sewa bisa naik hingga 6,4 persen, sementara harga jual bisa naik sampai 19,6 persen (BOMA, 2015). Selain itu, menurut Kubba (2010), salah satu dari pesan utama bangunan berkelanjutan adalah peduli pada lingkungan. Terlebih lagi jika kita mengabaikan aspek finansial dari *green buildings*, yang secara umum dirasakan oleh masyarakat modern, dinamis. *Green buildings* merupakan simbol pesan yang kuat bagi komitmen owner untuk keberlanjutan. Beberapa manfaat bagi perusahaan adalah dapat menikmati persepsi ini, termasuk kebanggaan pegawai, kepuasan, kesejahteraan, yang sering diartikan dengan mengurangi penggantian pegawai, keuntungan penerimaan pegawai, dan meningkatkan moral. Citra yang sangat kuat ini adalah faktor yang sangat penting dalam keputusan sebuah perusahaan untuk mengejar hunian berkonsep *green building*.

Pada penelitian terdahulu, Schuman (2010) meneliti pengaruh dari *sustainability* terhadap *property value*. Dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa pertama, selain memberi keuntungan dalam pengurangan biaya operasional, juga memberi keuntungan yang tidak terlihat seperti kenyamanan dan kesehatan kepada penghuni dari properti yang memenuhi kriteria *sustainable development* tersebut. Penilaian ini dilihat dari perbandingan harga jual bangunan berkonsep *green* (dilihat dari fitur-fitur, sertifikasi atau justifikasi pribadi mengenai aspek *green* terkait) dan pendapatan yang diterima (dilihat dari biaya sewa pasar, biaya operasional, maupun *discount rate* yang dipengaruhi aspek *green*nya.) dibandingkan dengan bangunan konvensional. Kesimpulan dari penelitian ini adalah adanya indikasi peningkatan benefit secara finansial dari segi harga sewa

dan harga jualnya dibandingkan dengan bangunan konvensional tanpa sertifikasi hijau. Persamaan dari penelitian ini adalah penilaian properti yang dilihat dari fitur-fitur *green*nya. Namun yang membedakan adalah pada metode dan tujuan akhirnya, yang mencari tahu seberapa besar dampak *green building* pada nilai properti.

Isaa dkk (2013) juga meneliti mengenai faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi investasi pada bangunan perkantoran berkonsep hijau. Variabel penelitian digolongkan menjadi 2, yaitu faktor resiko dan faktor pengembalian yang didapat dari *literature review* terdahulu. Hasil penelitian pada faktor resiko adalah permintaan dan *supply* dari bangunan hijau masih kurang, harga investasi yang meningkat dan pada faktor pengembaliannya pada peningkatan jumlah penghuni, peningkatan pasar dan nilai sewanya, penghematan biaya yang didapat dari penggunaan material *green* yang dapat mereduksi biaya perbaikan/perawatan, juga manfaatnya terhadap lingkungan sekitar dan sosialnya. Penelitian sekarang ini juga melihat bagaimana pengembalian dari konsep *green* yang diterapkan, namun yang dilihat dari segi praktisi pengembangan properti.

Eichholtz (2010) dalam Falkenbach, dkk (2010) menganalisa harga sewa 694 sampel dari bangunan yang bersertifikat LEED dan ENERGY STAR yang dibandingkan dengan harga sewa bangunan yang berlokasi hingga seperempat mil disekitarnya dan mendapatkan sampel 8182 properti dengan hasil biaya sewa didapat dari rata-rata bangunan berlabel *green* dibandingkan dengan 12 bangunan yang tidak berlabel *green* disekitarnya yaitu mempunyai biaya premi 1,9%-2,6%. Ketika diukur dengan harga sewa efektif (dengan tingkat kekosongan terhitung) didapati biaya sewa preminya hingga 6,66% untuk bangunan yang bersertifikat *green*. Temuan penelitian menjelaskan peningkatan nilai propertinya dengan membandingkan harga sewa bangunan *green* dan non *green*. Penelitian sekarang ini adalah dengan melihat persepsi para praktisi sebagai pengembang terhadap nilai properti yang memakai konsep *green* di Surabaya.

Penelitian oleh Watson (2008) mendalami lebih jauh efek dari bagaimana penerapan sertifikasi LEED dan bangunan *green building* yang berdampak pada tanah, air, energi, material dan produktifitas karyawan. Peneliti membaginya dalam 5 poin paling berpengaruh yaitu penggunaan lahan yang dengan lebih efisien, penggunaan air yang dapat dihemat dengan penerapan kriteria LEED mencapai 7%

dari bangunan non residensial. Energi yang dapat dihemat dari berbagai macam level penggunaan, termasuk operasional, pengolahan limbah, dan *Low-embodied energy*. Hasil dari penelitian Watson ini mendukung penelitian yang akan dilakukan, terkait dengan variabel *green building* yang digunakan pada bangunan. Perbedaannya adalah pada metode yang digunakan, penelitian terdahulu menggunakan perbandingan antara bangunan *green* dan non *green*.

## 2.6 Posisi Penelitian

Dari penelitian-penelitian terdahulu, telah banyak dilakukan penelitian yang mengkaji mengenai topik *green building* dan hubungannya terhadap investasi seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Pengaruh penerapan aspek *Green building* pada investasi

Gambar 2.1 Konseptual Penelitian

## 2.7 Sintesa Kajian Pustaka

Dari kajian pustaka, didapatkan kriteria pembentuk investasi yang akan digunakan dalam penelitian yaitu (1) biaya investasi awal (*initial cost*), yaitu peningkatan pada saat konstruksi proyek berlangsung. (2) *Operational & Maintenance cost*, yaitu biaya yang dikeluarkan pada saat bangunan beroperasi dan perawatan bangunan selama umur pakai bangunan dan (3) Nilai Properti, yaitu bagaimana nilai properti bangunan yang menerapkan konsep *green building*.

Dari kriteria-kriteria investasi diatas, terkait dengan penerapan konsep *green building* didapatkan bahwa konsep *green building* secara umum dapat (1) Meningkatkan biaya awal investasi/pada saat konstruksi (O'mara & Bates, 2012; BOMA 2015), (2) Menurunkan biaya *Operational&Maintenance* bangunan (Yudelson, 2008; Kubba, 2010; Omara dkk, 2012) dan (3) Meningkatkan nilai properti (Omara dkk, 2012; BOMA, 2015).

Dari hasil kajian teori diperoleh 12 aspek penerapan *green building* pada bangunan tinggi, seperti terlihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Rumusan Variabel Penerapan *Green Building*

No	Aspek Desain & Material dalam <i>Green Building</i>
1	Desain bentukan massa bangunan tipis secara vertikal
2	Desain bentukan massa bangunan tipis secara horizontal
3	Penggunaan <i>green roof</i>
4	Penggunaan kaca arsitektural Low-e
5	Efisiensi energi pada sistem tata udara dengan penggunaan AC VRV
6	Efisiensi energi pada sistem pencahayaan Buatan dengan sensor gerak & lux
7	Konservasi energi dengan arah orientasi bukaan untuk pencahayaan alami
8	Penggunaan panel surya (PV)
9	Penggunaan selubung bangunan dengan <i>secondary skin</i>
10	Penggunaan sistem air daur ulang
11	Penggunaan material ramah lingkungan dengan bata ringan
12	penggunaan material yang rendah VOC pada cat dinding

Ada beberapa komponen utama dalam membentuk sebuah konsep *green building* menurut Vale (2009), Kubba (2010) dan Yudelson (2007). Hal ini selaras dengan konsep *green building* yang diterapkan oleh GCBI yang digunakan sebagai

tolok ukur penilaian *green building* di Indonesia. Yaitu Penggunaan lahan & desain Arsitekturalnya, Efisiensi dan konservasi energi, Efisiensi dan konservasi airnya, pemilihan material yang ramah lingkungan dan konstruksinya seperti apa, juga perlindungan kesehatan maupun kenyamanan bagi pengguna bangunan. Selanjutnya 12 aspek penerapan *green building* pada bangunan tinggi pada Tabel 2.10 kemudian dikaitkan dengan investasi, yaitu dilihat dari biaya konstruksi, biaya operasional dan nilai propertinya seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konseptual Keterkaitan Variabel Penelitian

### 2.7.1 Keterkaitan antara Penerapan aspek *Green Building* dengan Biaya Konstruksi

Berikut adalah kajian teori mengenai kaitan antara peningkatan biaya investasi awal/pada masa konstruksi bangunan pada penerapan bangunan berkonsep *green building*.

### 1. Desain bentukan massa bangunan tipis secara vertikal

Ukuran jejak (*footprint*) lebih kecil adalah salah satu teknik penghematan terbaik pada budget konstruksinya. Semakin kecil luasnya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk konstruksinya (RCAC, 2009). Sehingga bentukan massa bangunan yang tipis dapat meminimalkan biaya untuk penggunaan energi konstruksinya.

### 2. Desain bentukan massa bangunan tipis secara horizontal

Seperti bentukan masa yang tipis secara vertikal/meninggi, bangunan dengan bentukan masa yang menipis secara horizontal, hal yang sangat diperhatikan adalah ukuran jejak (*footprint*). Semakin kecil luas permukaan yang menyentuh site, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk konstruksinya (RCAC, 2009) dan dapat menghemat biaya investasi awal.

### 3. Arah area bukaan untuk pencahayaan alami

Matahari menimbulkan gangguan dari panas dan silau cahayanya (Wijaya, 1988 dalam Yuuwono 2007). Perlindungan yang dapat dilakukan untuk mengantisipasi masalah tersebut dapat digunakan beberapa cara, adapun cara yang dapat dilakukan antara lain dengan cara prinsip-prinsip pembayangan dan filterasi/penyaringan cahaya. Arah yang dimaksud didalam penelitian ini adalah orientasi dalam kaitannya dengan posisi bukaan bangunan dimana posisi dan luar bukaan akan mempengaruhi jumlah radiasi sinar matahari yang masuk kedalam bangunan. Hal ini berarti bahwa luas dan posisi bukaan akan mempengaruhi kemampuan bangunan dalam menahan panas (Yuuwono, 2007). Tidak adanya banyak bukaan pada bagian Timur-Barat dan penggunaan dinding yang masiv tentu akan lebih menghemat biaya untuk pemakaian kusen dan kaca jendela.

### 4. Penggunaan selubung bangunan (*secondary skin*)

Pertimbangan umur, ketahanan dan *life cycle costing* ketika memilih material fasad sangat penting. Pada pemilihan selubung bangunan, mahal di biaya awal tapi rendah pada perawatan dan material yang memiliki ketahanan kokoh lebih ekonomis daripada lebih sering perawatan dari umur bangunan (Froeschle, 1999). Pada gedung baru, untuk bangun bertingkat biaya selubung bangunan umumnya

20% (WBDG, 2015) sampai 25% dari total biaya bangunan, dan bisa lebih tinggi jika kriteria desain tertentu dipenuhi, seperti badai atau resistensi ledakan (Coulis, 2009). Sehingga, pemasangan *secondary skin* akan menambah biaya diawal karena mempertimbangkan masa pakai dan ketahanan yang lebih lama. Namun dengan desain dan penempatan yang tepat, akan dapat memaksimalkan pendinginan bangunan secara pasif.

#### 5. Penggunaan bata ringan sebagai dinding

Bata ringan memiliki harga yang relatif lebih mahal dari bata konvensional. Tetapi pada pengerjaan konstruksi secara keseluruhan dengan menggunakan bata konvensional tidak selalu lebih murah daripada menggunakan bata ringan (Hornbostel, dalam Limanto dkk, 2010). Menurut Clarke (1993) investasi pada pembuatan bata ringan cukup besar, karena tidak hanya harus tersedia sumber daya material yang cukup, tetapi juga harus ada pasar yang dituju. Selain itu, penggunaan bata ringan sebagai dinding dapat membuat volume elemen struktur seperti kolom, balok, plat lantai dan pondasi bisa dikurangi, karena beban yang menumpunya ringan (Light Concrete, 2003; Citicon, 2015). Sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan struktur bangunan. selain itu biaya tenaga kerja dan biaya dana proyek lebih hemat karena presisi, akurat, dan memiliki dimensi lebih besar dari bata konvensional, serta cara pengerjaannya praktis sehingga proses pengerjaan dinding 3x lebih cepat.

#### 6. Penggunaan panel surya sebagai penghasil listrik mandiri

Biaya listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya ditentukan oleh biaya modal (CAPEX), tingkat diskonto, biaya variabel (OPEX), tingkat radiasi surya dan efisiensi sel surya. Parameter ini, biaya modal, biaya keuangan dan efisiensi ini memberikan kesempatan terbesar untuk pengurangan biayanya (IRENA, 2012). Harga panel surya sangat tinggi dibandingkan dengan tarif listrik lokal yang sudah tersedia. Memerlukan sistem dan instalasi khusus agar dapat panel terpasang dan digunakan (BCA, 2010). Modul dari Photovoltaic (PV) yang terdiri dari solar panel ini masih tergolong mahal untuk memproduksi listrik dibandingkan dengan sumber lainnya. Namun, hal ini akan berubah (Athienitis & Santamouris, 2002) menjadi

pengaplikasian yang efektif untuk memberikan tenaga pada bangunan dan alat yang berlokasi jauh dari letak grid eksistingnya apabila sistem ini terintegrasi dengan selubung bangunannya (*building envelope*). Ketika terintegrasi dengan kulit bangunan, seperti atap, untuk mengganti atap konvensional dengan panel surya, atau antara 2 kaca diantara jendela semi transparan, mereka dapat melakukan fungsi thermalnya dengan baik. Sehingga, biaya yang dikeluarkan lebih efektif.

#### 7. Penggunaan sistem penerangan pintar

Penggunaan sistem pencahayaan modern memerlukan biaya yang lebih tinggi daripada sistem pencahayaan konvensional. Menurut Francis Rubinstein, pemimpin dari grup the Lighting Research Center at Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) dalam E-Source (2005) estimasi biaya dari pengaplikasian sistem kontrol otomatis pada pencahayaan seharusnya 3\$ atau kurang untuk peralatan asli dari perusahaan untuk teknologinya agar dapat mempercepat pengembalian (*payback*) dari penghematan energinya. Padahal sekarang harganya masih mencapai \$10-\$15, pendekatan yang dilakukan seperti jaringan gabungan akan membuat harga turun, namun volume yang besar dibutuhkan agar biaya dapat turun secara signifikan.

#### 8. Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV

Dalam laporan Goetzler (2007) seperti dengan sistem air dingin (*chilled water*), biaya pemasangan untuk sistem VRV sangat bervariasi, tergantung proyek, dan sulit untuk dijabarkan. Jumlah biaya pemasangan untuk sistem ini diperkirakan oleh beberapa sumber menjadi 5% sampai 20% lebih tinggi daripada *chilled water* dengan kapasitas setara. Referensi yang sama menjelaskan 100.000 ft<sup>2</sup> (9300 m<sup>2</sup>) proyek gedung perkantoran di Brazil dimana sistem VRV adalah sekitar 15% sampai 22% lebih mahal daripada sistem *chilled water*, tapi perlu dicatat bahwa biaya itu dipengaruhi oleh tarif impor yang tinggi pada VRV. Goetzler (2007) menambahkan semua perkiraan ini berlaku untuk konstruksi baru.

#### 9. Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang (*grey water*)

Penggunaan sistem air daur ulang memerlukan sistem yang kompleks untuk

operasional maupun utilitasnya. Selain manfaat pada penghematan air bersih, beberapa kelemahan dari penggunaan sistem pengolahan air limbah ini adalah peningkatan *initial cost* akibat dari pengaturan sistem *greywater* dan peralatan plumbing yang akan digunakan, juga untuk perawatan yang rutin agar sistem tetap berjalan baik (GWAD, 2010).

#### 10. Penggunaan material kaca Low-e

Glass For Europe (2011) melaporkan investasi tambahan yang diperlukan untuk menggunakan kaca Low-e dibanding kaca biasa rata-rata kurang dari 0,3% dari biaya pembangunan hunian baru. dalam beberapa negara, *payback period* dapat mencapai kurang dari tiga tahun. Investasi tambahan akan menurun sejalan dengan kaca Low-e yang berpeforma tinggi menjadi insulasi produk komoditas pada konstruksi. Di negara-negara dengan peraturan termal yang ada, seperti di Jerman, Pengalaman menunjukkan bahwa biaya tambahan telah menurun jauh selama sepuluh tahun terakhir. Dalam sebuah pasar yang telah berkembang dengan baik, harga pasar kaca *Low-e* sangat dekat dengan kaca biasa. Akibatnya, *payback period* menurun terus dengan meningkatnya pasar. Pengembangan pada teknologi pelapis kaca juga telah meningkatkan performa insulasi dari kaca Low-e ( $U = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Sekarang tersedia pada beberapa pasar sebagai standart). Faktor ini juga menghasilkan pengurangan pada *payback period*. Di Indonesia Harga kaca Low-e jauh lebih mahal daripada *clear glass* pada umumnya, yang berkisar antara Rp 287.000 - Rp 842.000. Sedangkan *clear glass* Rp 80.000-Rp 200.000 (kacatemperedku, 2015).

#### 11. Penggunaan cat dinding rendah VOC

Hasil dari Laporan EPA (2007) menyatakan bahwa biaya yang digunakan untuk cat dinding rendah VOC, sedikitnya pasti minimal akan lebih mahal; kualitas cat adalah faktor utama dalam harga. Penggunaan pada *Caulk* meningkat dari 5-20%, dan peningkatan pada *sealant* mencapai 20-50% (namun semakin umum tersedia dan harga yang kompetitif). Hal ini juga dikemukakan oleh Decopaint (2002), dari 15 negara di Eropa, mengenai *cost & benefit* dari pengurangan VOC dari cat, menghasilkan bahwa *benefit* secara keseluruhan lebih tinggi daripada biayanya. Dengan asumsi tidak

adanya peningkatan berarti pada cat eksterior, *benefitnya* dapat diperoleh hingga 4 sampai 5 kali lebih tinggi dari pada biayanya.

## 12. Penggunaan *green roof*

Membuat *roof garden/sky-rise garden* membutuhkan perencanaan yang cermat karena membutuhkan tangki air, menara pendingin, ruang menanam, dll (Froeschle, 1999). *Green roof* tidaklah murah. Biaya tipikalnya berkisar dari \$10 - \$20 /ft<sup>2</sup> (0,0929 m<sup>2</sup>). Namun, untuk sebuah proyek besar dengan banyak lantai, *green roof* mungkin merepresentasikan biaya sekitar 1% atau kurang dari total biaya proyek (Yudelson, 2007). The Green Roof Centre dalam Castleton dkk (2010) mengestimasi sistem ekstensif *green roof* berbiaya antara 60-100 poundsterling/m<sup>2</sup>, tergantung dari spesifikasi dan variasinya. Seperti bangunan baru atau retrofit. Data dari Lambeth Council, yang berpengalaman dengan *green roof* yang retrofit, menyatakan biaya sistem ekstensif *green roof* berkisar 120-180 Poundsterling/m<sup>2</sup>.

### **2.7.2 Keterkaitan antara Penerapan aspek *Green Building* dengan Biaya Operasional & Perawatan**

Berikut adalah kaitan antara penurunan biaya operasional&perawatan pada penerapan bangunan berkonsep *green building*.

#### 1. Desain bentukan massa bangunan tipis secara vertikal

Kesempatan yang besar untuk mengintegrasikan strategi *green design* adalah pada saat konseptual desain. Selama masa ini, banyak alternatif desain potensial yang muncul dan dievaluasi untuk mendapatkan solusi terbaik (Mendler dkk (2001) dalam Wang dkk (2006)). Keputusan yang dibuat pada saat konseptual mempunyai dampak yang besar pada performa bangunan dalam banyak aspek. Seperti perubahan pada bentuk, orientasi, dan konfigurasi selubung bangunan, sebuah desain bangunan yang berkualitas dapat mengkonsumsi 40% lebih rendah dibandingkan dengan desain yang berkualitas rendah. (Bakaer (2000) dalam Wang, (2006)). Hal ini diperkuat oleh RCAC (2009), bangunan yang mempunyai luas permukaan minimal yang berdiri pada site, merupakan salah satu strategi *green*

*building*. Semakin kecil luasnya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk operasional bangunan nantinya. Sehingga bentukan massa bangunan yang tipis secara vertikal dapat membantu menurunkan biaya operasionalnya.

## 2. Desain bentukan massa bangunan tipis secara horizontal

Terkait dengan perencanaan lokasi awal yaitu dengan meminimalkan jejak bangunan (*footprint*) (Vale, 2009); seperti mendesain bangunan meninggi keatas dan memanjang kesamping. Semakin kecil luasnya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk operasional bangunan nantinya (RCAC, 2009). Selain itu, didesain yang tepat dapat meningkatkan performa bangunannya dan menjadikannya hemat pada penggunaan energinya (Wang, 2006).

## 3. Arah area bukaan untuk pencahayaan alami

Orientasi bangunan sangat penting untuk menciptakan konservasi energi. Orientasi bangunan yang tepat dapat menyimpan besar jumlah energi dan mengurangi produksi karbon (Kubba, 2010; RCAC, 2009). Derajat deviasi dari bangunan tergantung dari musim dan latitude site. Secara umum posisi bangunan yang tepat adalah sekitar 20 derajat arah Utara (RCAC, 2009). Dengan kata lain, pengaplikasian bukaan yang menghadap ke arah Timur-Barat dapat menyebabkan beban pendinginan dalam bangunan menjadi lebih besar, sehingga membutuhkan energi pendinginan saat operasional yang lebih besar daripada arah area bukaan yang menghadap Utara-Selatan. Menurut sebuah laporan dari Carneige Mellon university dalam Yudelson (2007) tentang analisis pencahayaan alami, 11 studi kasus telah menunjukkan bahwa pencahayaan alami yang inovatif dapat mengembalikan biayanya sendiri kurang dari setahun untuk manfaat energi dan produktifitasnya, dan ROI untuk pencahayaan alami ini lebih dari 185%.

## 4. Penggunaan selubung bangunan (*secondary skin*)

Pemilihan fasad harus sangat diperhatikan. Mahal diawal tapi rendah perawatan dan material yang kokoh lebih ekonomis daripada lebih sering perawatan dari umur bangunan (BCA, 2010). Desain dan penempatan yang tepat, akan dapat memaksimalkan pendinginan bangunan secara pasif (Kubba, 2010). Menurut

Department of Energy (DOE) dalam Climate Techbook (2011), selubung bangunan dapat mempengaruhi penggunaan energi dalam beberapa cara, salah satunya yaitu dari segi desain. Desain dari keseluruhan selubung bangunan dapat membantu menentukan jumlah pencahayaan, pemanasan dan pendinginan yang dibutuhkan, sehingga dapat menghemat penggunaan peralatan elektrikal. Masih menurut DOE, iklim lokal adalah penentu penting untuk mengidentifikasi desain yang akan menghasilkan pengurangan yang besar akan kebutuhan energinya. seperti jendela yang menghadap selatan dan shading untuk menghindari matahari musim panas pada iklim yang panas.

#### 5. Penggunaan bata ringan sebagai dinding

Bata ringan mempunyai insulasi yang baik yang dapat secara signifikan mengurangi transfer panas yang melaluinya. Bata ini dapat mengurangi konduktivitas panas dan tahan rembesan air, rendah absorpsi air, mempunyai kekuatan tarik yang tinggi, tahan api dan insulasi suara yang baik (Light Concrete, 2003) Sehingga biaya perawatan lebih hemat, karena mempunyai daya serap air yang rendah serta tahan rembesan air sehingga dinding tidak mudah lembab serta aman untuk cat dinding maupun wallpaper.

#### 6. Penggunaan panel surya

Meskipun pengembalian energi merupakan salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan, pengembang yang berharap untuk pengembalian keuangan yang lebih pendek tidak akan yakin untuk berinvestasi sekarang. Pada harga pasar sistem PV saat ini dan membandingkan dengan tarif ritel listrik saat ini, bahkan sistem atap PV yang besar memiliki waktu pengembalian melebihi 20 tahun. Oleh karena itu, laba atas investasi (ROI) perhitungan harus mempertimbangkan manfaat tak berwujud selain manfaat nyata dari penurunan tagihan listrik (O'Mara dan Bates, 2012). Untuk perawatan, selain menggunakan pelacak, PV tidak menggunakan bagian yang dapat dipindahkan. Tipikalnya dilakukan sekali setahun untuk mengecek korosi sistem, kerusakan fisik, atau masalah potensial lain. Hujan sepanjang tahun juga menjadi pembersih alami untuk modul PV. Kebanyakan perawatan merupakan monitoring performa sistem (BCA, 2010).

#### 7. Penggunaan sistem penerangan pintar

Penerapan sistem pencahayaan buatan dapat menghemat pemakaian energi listrik dengan menggunakan sistem penerangan pintar (Kubba, 2010; GREENSHIP, 2015). Hal ini dikuatkan oleh KMC Controls (2011), meskipun tidak ada angka pasti, secara umum diperkirakan penghematan energi yang dihasilkan mencapai 10-30%, melalui pengontrolan yang dijadwalkan sendiri. Menggunakan penghuni untuk mengontrol sistem juga masih dapat membuat penghematan. Sebenarnya penghematan energi dari sensor gerak bervariasi cukup besar (Sensors Save A Lot, Filed Tests Show dalam Lighting Research Center, 1997), dari tidak ada hingga hampir 80%, tapi dari perusahaan pembuat sering menyatakan rata-rata penghematannya adalah 30% untuk perkantoran pribadi.

#### 8. Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV

Efisiensi energi dari sistem VRV berasal dari beberapa faktor. Menurut Fisk (1998) dalam Goetzler (2007) VRV dasarnya menghilangkan kerugian saluran (*ducting*), yang sering diperkirakan antara 10% sampai 20% dari total aliran udara dalam sistem *ducting*. VRV biasanya mencakup 2-3 kompresor, salah satunya adalah kecepatan variabel, di setiap unit kondensasi, yang memungkinkan modulasi kapasitas yang luas. Pendekatan ini menghasilkan efisiensi tinggi bagian beban, yang diterjemahkan ke dalam efisiensi energi yang tinggi, karena sistem HVAC biasanya menghabiskan sebagian besar waktu operasi mereka di kisaran 40% sampai 80% dari kapasitas maksimum.

#### 9. Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang (*grey water*)

Ada banyak tipe sistem pengolahan *greywater*. Kebutuhan energi untuk operasional sistem *greywater* dan emisi karbon yang dihasilkan juga beragam tergantung tipe sistem, instalasi dan level kebutuhannya. Sistem ini menggunakan listrik untuk menjalankan pompa dan sistem kontrolnya. Namun, dari hasil laporan Environment Agency, penggunaan energi pada operasionalnya, lebih banyak pada pompa, menghasilkan lebih banyak jejak karbon (*carbon footprint*) pada sistem. Secara umum, butuh lebih banyak energi yang digunakan untuk menyuplai satu liter air dari *greywater*, daripada satu liter air bersih. Penggunaan kembali *greywater*

merupakan pengukur untuk penghematan air pada level domestik. Di Cyprus, sebuah studi penggunaan *greywater* mengindikasikan pengurangan tagihan air hingga 36% (Redwood, 2004). Manfaat dari penggunaan *greywater* ini antara lain mengurangi beban pada instalasi pengolahan, penggunaan efektif tanah *top soil*, meminimalkan penggunaan energi dan pupuk (Nadel, 2009). Pada saat operasional pun memerlukan energi yang cukup besar apalagi untuk mengalirkan air *reuse* untuk *flush* toilet pada bangunan tinggi (Kubba, 2010). Namun Keuntungan bagi pengguna adalah biaya energi akan hemat 15-30 persen. Konsep konservasi dan daur ulang akan menekan biaya air menjadi Rp 5.000 per meter kubik, jauh lebih rendah dari biaya air PAM Rp 12.550 per meter kubik (BOMA, 2015).

#### 10. Penggunaan material kaca Low-e

Besarnya nilai *Light Transmittance* (LT) pada spesifikasi kaca berbanding lurus terhadap besarnya nilai SC. Semakin kecil nilai LT, maka nilai SC akan semakin kecil. Ini mengakibatkan beban panas eksternal akan semakin kecil sehingga akan lebih efisien (BCA, 2010). Kubba (2010) menyatakan penggunaan kaca Low-e dalam penurunan *cooling load* dalam bangunan dapat berperan untuk menurunkan hingga mencapai 30%, sehingga dapat mereduksi penggunaan energi AC. Hal ini disetujui oleh Muneer dkk (2000) yang menyatakan dengan pemilihan pelapis kaca yang tepat maka akan terjadi pengurangan pada panas berlebih dalam ruangan yang mendorong terjadinya pengurangan kebutuhan pendinginan didalamnya.

#### 11. Penggunaan cat dinding rendah VOC

Jenis cat lain yang tanpa campuran pelarut berbahaya (rendah VOC) yang dapat digunakan pada batu, beton dan plesteran adalah cat silikat. Cat ini mempunyai kelebihan yaitu tidak berbau, tidak beracun, berpori yang dapat menguap, secara alami tahan terhadap jamur dan lumut, tidak mudah terbakar, dan tahan terhadap hujan asam. Lebih jauh lagi cat ini memiliki ketahanan dan tidak mengelupas atau lepas, dan hanya akan retak kalau substratnya retak (Kubba, 2010). Sehingga dengan segala keunggulan dari cat ini, biaya pada saat bangunan beroperasi dan untuk biaya perawatan cat dindingnya dapat diminimalkan.

## 12. Penggunaan *green roof*

Infrastuktur *green* dapat mengurangi *life cycle cost*, terkait dengan perbaikan properti pribadi. *Green roof* tidak perlu penggantian sesering atap konvensional. Lebih tahan lama, tipikalnya berumur hingga 40 tahun, dibandingkan dengan 20 tahun dengan atap konvensional (NRDC, 2013). *Roof top gardens* telah diukur untuk mengurangi suhu permukaan atap hingga lebih dari 10°C (BCA, 2010). Selain itu juga meningkatkan kualitas insulasi dan menurunkan temperatur, yang berarti mengurangi kebutuhan pendinginan, menghemat energi dan uang. Penghematan pada biaya pendinginan tergantung pada ukuran dari bangunan dan tipe dari *green roof* (Kubba, 2010).

### 2.7.3 Keterkaitan antara Penerapan aspek *Green Building* dengan Nilai Properti

Berikut akan dijabarkan kaitan antara penerapan aspek *green building* terhadap peningkatan nilai sebuah properti.

#### 1. Desain bentukan massa bangunan tipis secara vertikal

Pada saat ini, trend pasar properti lebih memilih dan menerima produk yang menerapkan konsep *Green*, salah satu indikatornya adalah harga pasar properti yang lebih tinggi dibandingkan dengan properti yang tidak menerapkan konsep *Green Development* (Wilson, 1998). Hal ini disetujui oleh U.S. Green Building Council (2003) aset yang mempertahankan nilainya melalui hunian yang lebih tinggi dan pemeliharaan yang mudah, lebih mudah untuk dijual dan dapat penilaian pasar yang lebih tinggi. Ada keyakinan yang berkembang di industri bahwa bangunan hijau dengan performa yang tinggi bisa meningkatkan nilai sewa maupun harga pasar yang lebih kompetitif. Mengurangi biaya operasional juga menghasilkan arus kas yang meningkat.

#### 2. Desain bentukan massa bangunan tipis secara horizontal

Salah satu manfaat yang diperoleh pengembang dengan menerapkan konsep *green* adalah promosi gratis, karena diferensiasi produk dari konsep properti tersebut, sehingga mendorong terjadinya *market driven* yang lebih besar (Wilson,

1998). Sehingga bentuk desain yang mengusung konsep *green* secara tidak langsung dapat mempengaruhi nilai propertinya.

### 3. Arah area bukaan untuk pencahayaan alami

Topografi orientasi bangunan harus sesuai dengan faktor-faktor lain, agar memperoleh keuntungan yang sebanyak-banyaknya dari rancangan pemanasan dan penyejukan alami (Sneider & Catanese, 1985). Arah bukaan pada bagian Utara dan Selatan merupakan arah bukaan yang sesuai untuk meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan, karena mempunyai sinar matahari yang lebih rendah, dan terdiri dari pembiasan cahaya sehingga tidak menyebabkan silau (ASHRAE, 2006) yang secara tidak langsung dapat meningkatkan nilai propertinya.

### 4. Penggunaan selubung bangunan (*secondary skin*)

Selubung bangunan merupakan penentu utama kualitas estetika eksterior bangunan. Penggunaan selubung yang tepat akan menambah kesan estetik bangunan. Selubung bangunan merupakan sistem kritis dalam penentuan performa keseluruhan bangunan, dengan penekanan pada lingkungan termal, pencahayaan dan karakteristik akustik. Jelas, keseimbangan antara biaya selubung bangunan dan tingkat performanya akan menjadi sangat penting dalam mencapai desain yang paling hemat biaya bangunan (WBDG, 2015). Dengan desain yang tepat, secara tidak langsung maka akan membuat kualitas bangunan menjadi lebih baik.

### 5. Penggunaan bata ringan sebagai dinding

Konduktivitas termal rendah dari bata ringan jelas lebih menguntungkan untuk aplikasi yang memerlukan isolasi yang baik (Neville & Brooks, 2010). Secara signifikan dapat mengurangi berat bangunan tanpa mengorbankan kekuatan, memungkinkan pengurangan beban mati yang sangat bermanfaat untuk alasan struktural, untuk pengurangan dimensi besar tulangan baja pada bangunan (Siram, 2012). Selain itu bata ringan kedap air, sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan air pada bangunan, hal ini akan memberikan kenyamanan tersendiri untuk tempat tinggal dan tempat beraktifitas dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap gempa bumi. Bata Ringan bersifat '*thermal insulation*' yang mampu

menahan panas dan terik matahari diluar ruangan, sehingga ruangan lebih sejuk dibandingkan dengan dinding bata konvensional meskipun tanpa alat pendingin udara (Blesscon, 2015).

#### 6. Penggunaan panel surya

Instalasi sistem *Photovoltaic* (PV) atau panel surya pasti dapat meningkatkan daya tarik sebuah bangunan dengan membuatnya berbeda dari bangunan kebanyakan, PV membuat citra ramah lingkungan. Hal ini juga mengurangi jejak karbon bangunan karena menghasilkan listrik tanpa memancarkan apapun gas rumah kaca atau polutan lainnya (BCA, 2010; Contreas dkk, 2008). Selain itu, untuk beberapa pelanggan komersial, nilai ini bisa digunakan untuk menunjukkan kepada mereka para pemangku kepentingan (pelanggan, investor, karyawan, dan regulator) bahwa perusahaan tersebut peduli dan ramah lingkungan (Contreas dkk, 2008). Penemuan oleh Contreas dkk (2008) yang menganalisa nilai dari *Photovoltaic system*, sistem ini akan memiliki manfaat yang lebih tinggi ketika berada di sistem distribusi yang sangat padat, di mana ada kesempatan tinggi untuk meningkatkan produksi dari sistem PV, dimana harga gas sebagai bahan bakar yang tinggi. Sistem PV juga akan memiliki keuntungan bersih yang lebih tinggi ketika produksinya berada pada puncak permintaan, ketika sistem dapat menggantikan peralatan utama yang mahal, yang mempunyai efisiensi dan utilitas lebih rendah dan menggunakan lebih banyak bahan bakar.

#### 7. Penggunaan sistem penerangan pintar

Membawa kontrol pencahayaan canggih untuk fasilitas komersial bisa memberikan manfaat besar: hingga 40 persen pada penghematan energi pencahayaan melalui dimmer dan kontrol penghuni. Dan karena pencahayaan adalah komponen besar beban listrik komersial, kontrol nirkabel dapat memungkinkan lebih banyak bisnis untuk berpartisipasi dalam program utilitas yang mengkompensasi pelanggan untuk membagi sebagian beban mereka selama permintaan yang tinggi (E-Source, 2005). Produktivitas pengguna dapat meningkat dengan pengoptimalan iklim dalam ruang, dan perlindungan investasi jangka panjang karena fleksibilitas maksimum, mempunyai kehandalan bersertifikat dan

usia penggunaan yang panjang (SBT, 2015) sehingga penerapan konsep ini dapat meningkatkan nilai properti, sebagai media promosi. Energy Management Solutions EMS (2015) menambahkan nilai sebagian besar bangunan komersial terkait dengan pendapatan operasional bersih (NOI). Menurunkan biaya utilitas meningkatkan pendapatan operasional bersih pada satu dolar untuk setiap dolar. Setiap \$ 0,10 / ft<sup>2</sup> disimpan dalam energi dapat meningkatkan nilai pasar properti \$0,80 / ft<sup>2</sup>. Sebuah 100.000 kaki persegi bangunan dapat meningkatkan nilai oleh \$120.000 dengan mengurangi biaya energi \$ 0,15 / kaki persegi.

#### 8. Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV

Penggunaan AC dengan sistem VRV lebih fleksibel dalam desain, penempatan lokasi, dan menghindari unit yang menonjol yang dapat merusak keindahan ruang (Goetzler, 2007; Amanarth & Blatt, 2008). Sebuah unit kondensasi tunggal dapat dihubungkan ke banyak unit dalam ruangan dari berbagai kapasitas dan konfigurasi. Modularitas juga memudahkan untuk mengadaptasi sistem HVAC untuk ekspansi atau rekonfigurasi ruang (Amanarth & Blatt, 2008). Selain itu konsep AC yang mengusung konsep ramah lingkungan merupakan citra yang sangat kuat (Kubba, 2010) sebagai media promosi.

#### 9. Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang (*grey water*)

*Greywater* harus dianggap sebagai sumber yang bernilai, bukanlah limbah. *Greywater* punya potensi untuk mengurangi krisis air yang dihadapi dunia. Bangunan menjadi lebih ramah lingkungan dengan mengendalikan limbah buangan yang dikeluarkan (Kubba, 2010). Menurut Garrison dan Hobbs (2011 dalam NRDC (2013) Manfaat lain terhadap komunitas seperti menyejukkan dan membersihkan udara, mengurangi biaya energi pemanasan dan pendinginan, memperindah lingkungan sekitar, juga mengurangi asma dan penyakit yang berhubungan dengan panas. Selain itu, dimana air langka dan mahal, penggunaan *greywater* dapat menjadi manfaat ekonomi. Penggunaan kembali *greywater* lokal oleh rumah tangga dapat mencapai rata-rata keuntungan hingga \$376, dihitung dari hasil produk, seperti pengurangan air dan biaya pupuk (Faruqui dalam Morel & Diener, 2006). Di Israel, ROI dari penggunaan manajemen *greywater* berkisar 3 tahun dan dianggap

menarik secara ekonomi (Gross dkk, 2006).

#### 10. Penggunaan material kaca Low-e

Menurut Kubba (2010), salah satu dari pesan utama bangunan berkelanjutan adalah peduli pada lingkungan. Sehingga penggunaan kaca selain untuk mengurangi pemakaian energi dalam bangunan, juga dapat digunakan sebagai media promosi untuk penjualan. Selain itu manfaat lain penggunaan kaca ini bagi bangunan adalah mengurangi masalah kondensasi pada batas jendela, fleksibilitas yang lebih besar bagi arsitek, desainer dan penggunanya (Muneer dkk, 2000).

#### 11. Penggunaan cat dinding rendah VOC

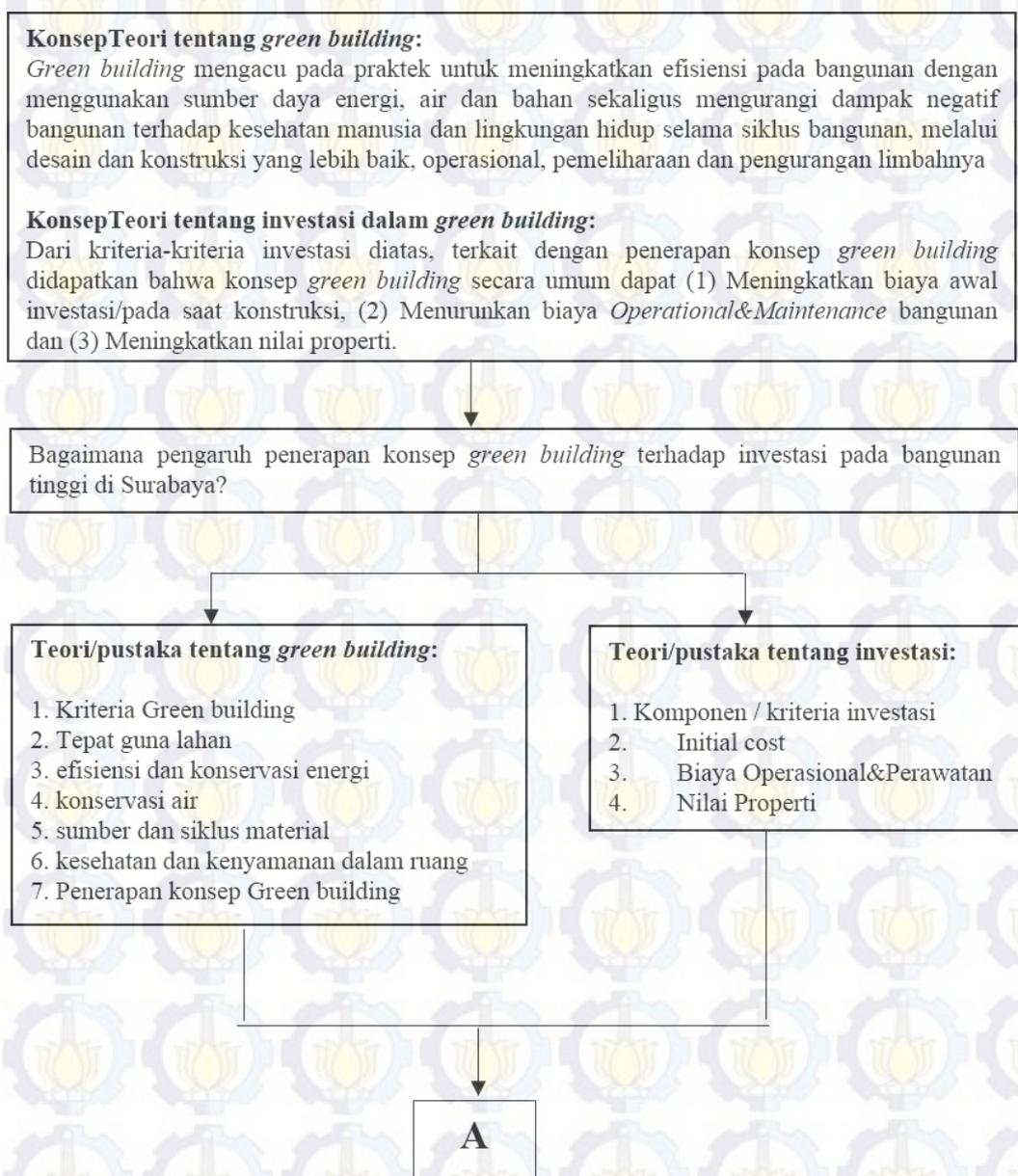
Bangunan yang tertutup, membuat udara daam ruang tidak mengalir. Hal ini dapat menyebabkan penghuni terancam terpapar oleh racun yang ditimbulkan oleh material dalam jangka waktu yang lama. Dampak kesehatan dari racun ini harus sangat dipertimbangkan ketika memilih material dan mengkalkulasi pertukaran udara dalam ruang. Dengan memilih material dengan level lebih rendah atau tidak ada VOC, salah satunya adalah pemakaian cat dinding, maka masalah kesehatan akan dapat dihindari dan kebutuhan akan pembersih udara berkurang. (Kim & Rigdon, 1998)

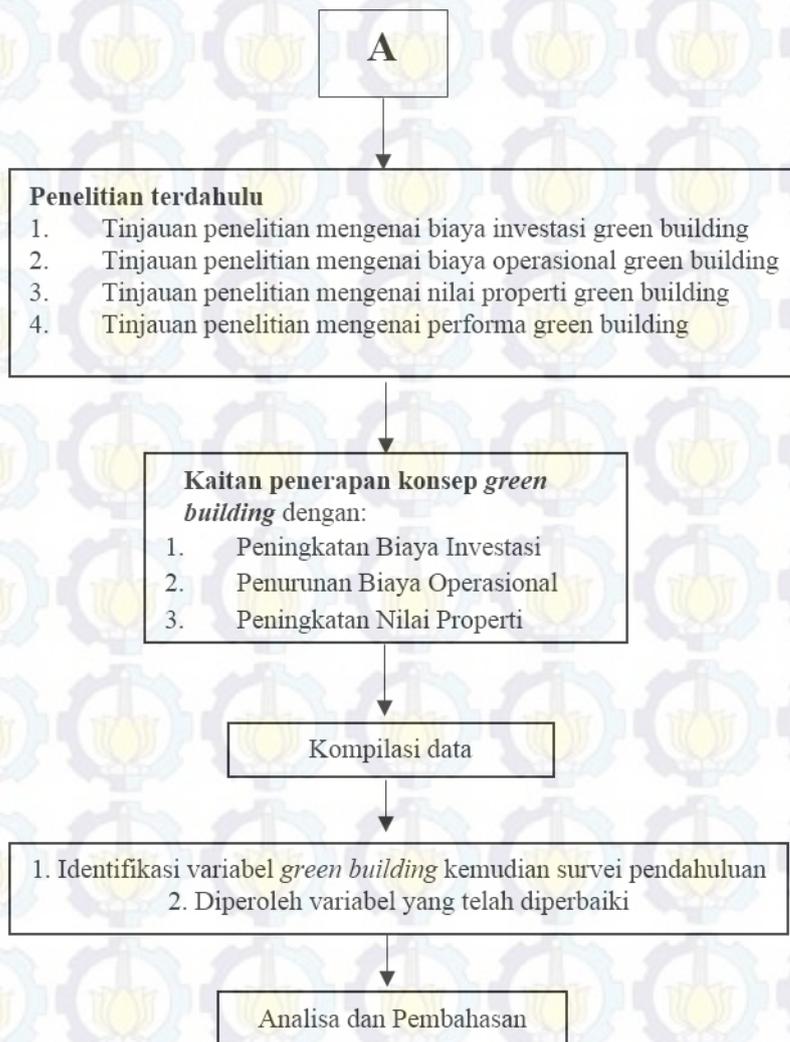
#### 12. Penggunaan *green roof*

Dengan mengurangi air hujan yang turun, *green roof* menyediakan jalan yang efektif untuk mengantisipasi bencana banjir lokal, misalnya banjir karena terlalu banyak air hujan yang sistem drainase tidak dapat tampung, dalam jangka waktu tertentu yang tidak lama (Center of Neighborhood Technology 2013 dalam NRDC, 2013). *Sky-rise gardens* atau *roof top* jika direncanakan dengan baik dan dirancang dapat menjadi ruang yang berguna dan sangat bernilai di bangunan. Mereka dapat meningkatkan nilai properti dan jual pembangunan. *Sky garden* yang dapat dibuka untuk pengguna bangunan sebagai tempat rekreasi juga dapat meningkatkan nilai propertinya (BCA, 2010). *Green roof* juga dapat mengurangi polusi suara. Kubba (2010) menjelaskan bahwa estimasi tingkat kebisingan pada bangunan dapat dikurangi hingga 40 desibel. Suara yang dihasilkan oleh lalu lintas, pesawat, mesin-

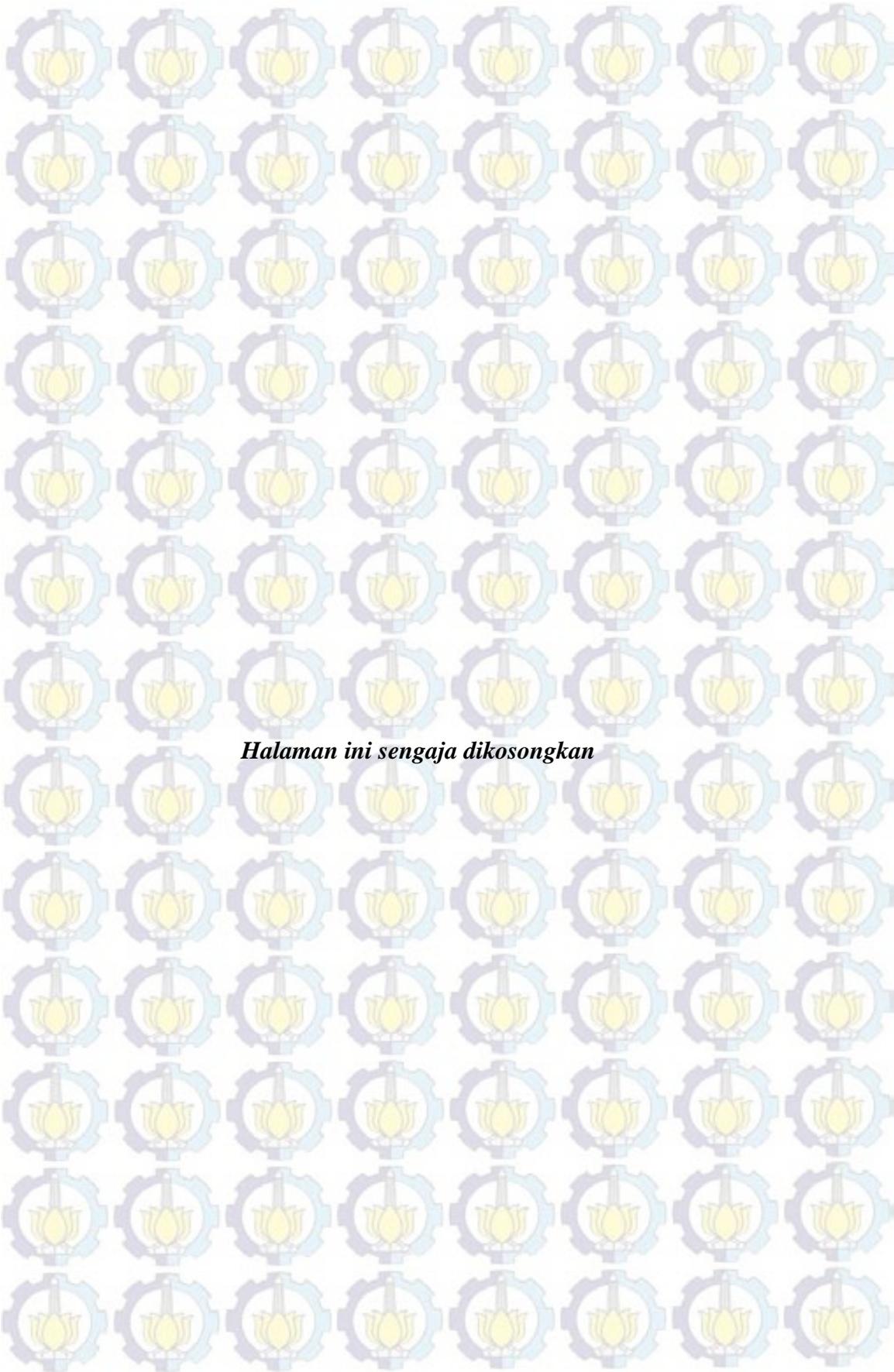
mesin dapat diserap, direfleksikan maupun dibelokkan. Substratnya menghalangi frekuensi suara yang lebih rendah sedang tanamannya menghalangi frekuensi suara yang lebih tinggi. Sehingga pengguna bangunan akan lebih nyaman untuk menempati bangunan tersebut. Selain itu juga meningkatkan kualitas udara disekitar bangunan Castleton dkk (2010), dan mengurangi asap/kabut dari *heat island effect*.

## 2.8 Kerangka Pikir





Gambar 2.3 Kerangka pikir



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Konsep dan Model Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh penerapan konsep *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi di Surabaya. Penelitian ini dilakukan terlebih dahulu dengan mempelajari penerapan konsep *green building* pada bangunan tinggi untuk melihat kriteria-kriteria apa yang diterapkan.

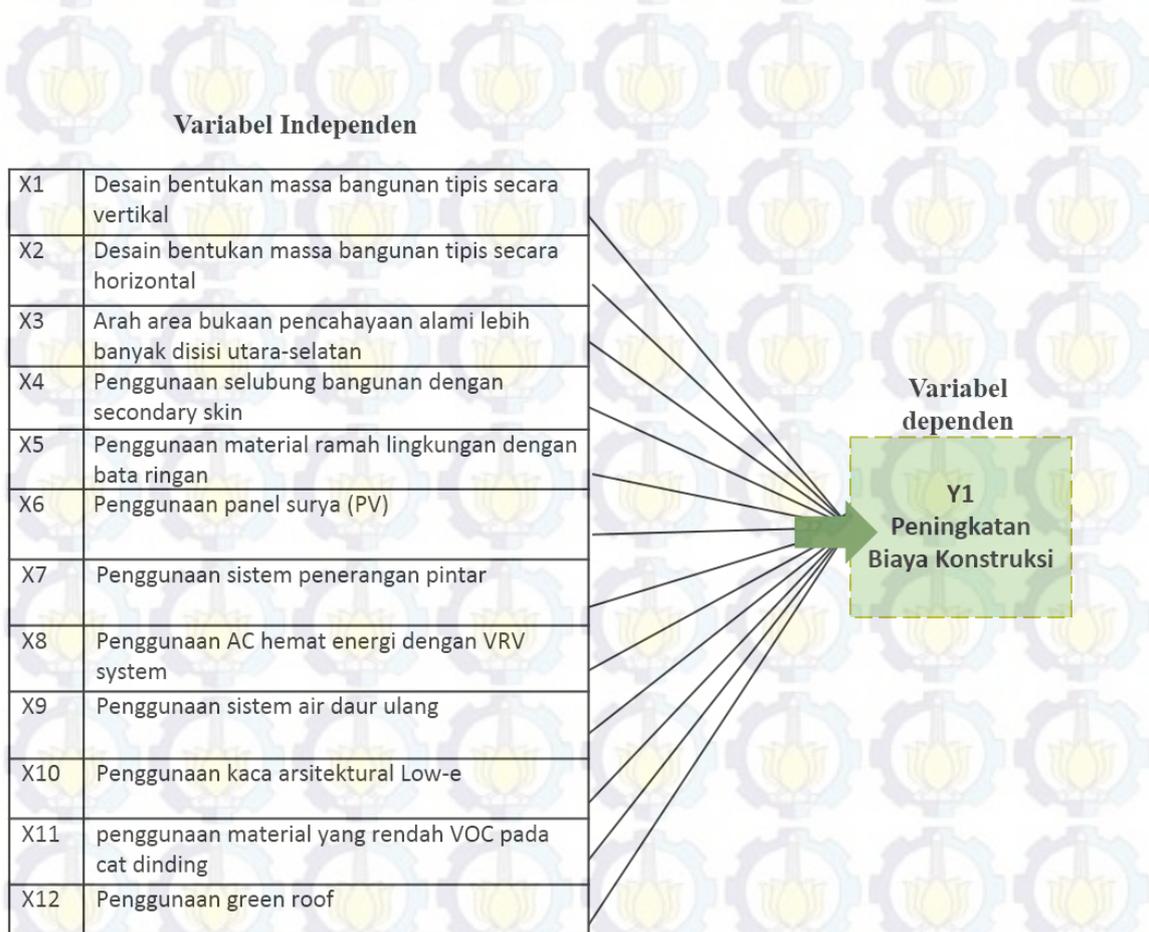
SASARAN	METODE	ANALISA	HASIL
1. Mengetahui konsep green building yang mempengaruhi investasi	1. Studi Literatur 2. Survey kuisisioner pendahuluan 3. Perumusan kembali kuisisioner		Variabel penelitian
2. Menganalisa Pengaruh Penerapan Green building pada Investasi	Survey Kuisisioner Penelitian Persepsi pada Responden penelitian	Analisis Regresi Linier Berganda	Besar Pengaruh variabel green building pada Biaya Konstruksi, Biaya Operasional & Nilai Properti

Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, telah banyak penelitian mengenai topik *green building* dan investasinya, sehingga penelitian ini tergolong penelitian konfirmatif. Konsep penelitian yang digunakan adalah penelitian konfirmatori, yaitu suatu penelitian yang bertujuan untuk membuktikan dan menilai atau menguji sesuatu untuk membantu peneliti dalam memilih tindakan selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk menguji hubungan sebab-akibat antar variabel (Kuncoro, 2009). Alat statistik yang digunakan untuk menguji pengaruh

variabel bebas (*green building*) terhadap variabel terikat (investasi) adalah analisis regresi berganda. Untuk mencapai tujuan tersebut digunakan metode survey dengan menyebarkan kuesioner untuk mengumpulkan data primer. Konsep penelitian diilustrasikan dan disajikan pada Gambar 3.1.

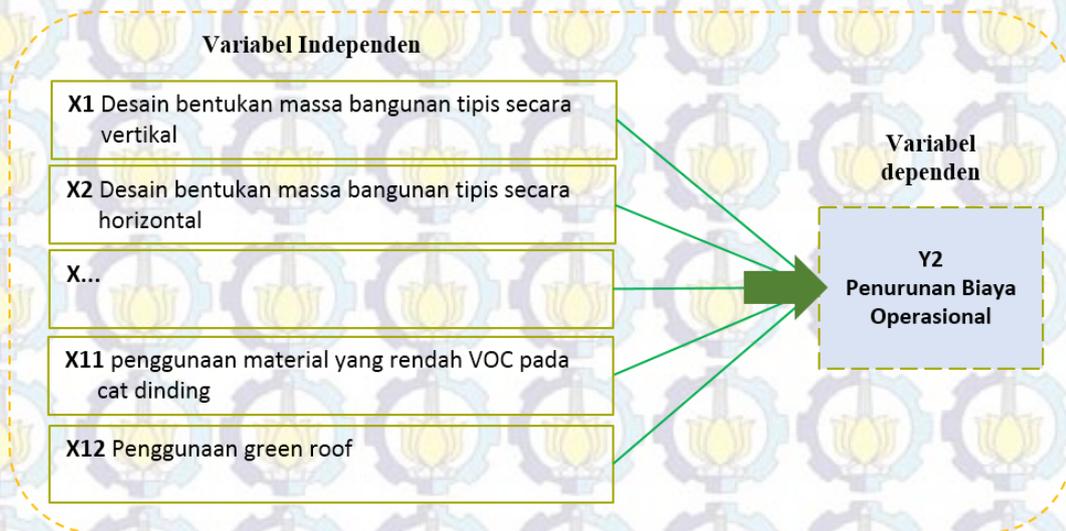
Konsep investasi yang digunakan untuk melihat pengaruh dari penerapan aspek *green building* terhadap investasinya, meliputi 3 variabel, yaitu biaya konstruksi, biaya operasional & perawatan, dan nilai propertinya. Untuk melihat pengaruh dari penerapan *green building* terhadap biaya konstruksi diilustrasikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 . Model Teori 1 Biaya Konstruksi

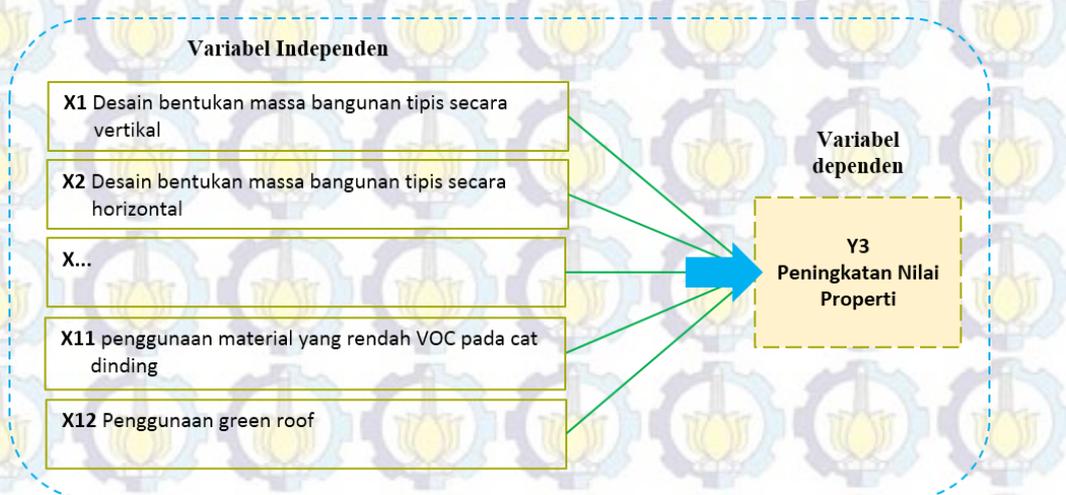
Selain itu model teori ke 2 adalah pengaruh dari penerapan konsep *green*

*building* terhadap penurunan biaya operasionalnya yang terlihat pada Gambar 3.3.



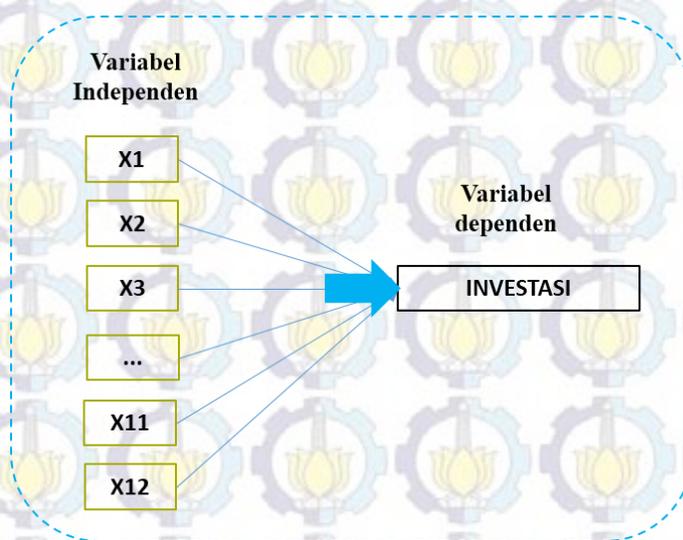
Gambar 3.3 Model Teori 2 Biaya Operasional

Model teori untuk melihat bagaimana pengaruh penerapan konsep *green building* terhadap peningkatan nilai properti dapat terlihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Model Teori 3 Nilai Properti

Gambar 3.5. menunjukkan model teori pengaruh penerapan *green building* pada investasinya. Nilai dari variabel investasi diperoleh dari rata-rata nilai data setiap variabel investasinya.



Gambar 3.5 Model Teori 4 Investasi

### 3.2 Variabel Penelitian

Identifikasi variabel penelitian ini didapatkan dari kajian studi literatur. Penelitian ini mengukur pengaruh pada variabel bebas sebagai variabel X yang dalam penelitian ini adalah kriteria *green building*, terhadap variabel terikat sebagai variabel Y yaitu investasinya. Didapatkan sebanyak 12 variabel-variabel Penerapan *Green Building* Pada Bangunan Tinggi seperti tersaji pada Tabel 3.1.

Variabel-variabel investasi (Y), yang dalam penelitian ini ditentukan oleh 3 kriteria, yaitu (Y1) peningkatan biaya konstruksi (*investment cost*), (Y2) penurunan biaya operasional & perawatan dan (Y3) peningkatan nilai propertinya. Yang kemudian akan diuji untuk mengenatahui bagaimana pengaruhnya pada masing-masing varibael *green building*nya.

Tabel 3.1 Variabel Penerapan *Green Building* Pada Bangunan Tinggi

Variabel	Aspek Desain & Material dalam <i>Green Building</i>	Definisi Operasional	Sumber Literatur
Aspek desain			
X1	Desain bentukan massa bangunan tipis secara vertikal	Bangunan memiliki bentang yang memanjang vertikal (lebih dari 10 lantai) tidak melebar lebih dari 27,5m yang berfungsi untuk memudahkan penghawaan silang dalam bangunan	(Froeschle, 1999; RCAC, 2009; BCA, 2010)
X2	Desain bentukan massa bangunan tipis secara horizontal	Bangunan memiliki bentang yang memanjang horizontal (tidak lebih dari 10 lantai) tidak melebar lebih dari 27,5m untuk memudahkan penghawaan silang dalam bangunan	(Froeschle, 1999; RCAC, 2009; BCA, 2010)
X3	Arah area bukaan untuk pencahayaan alami yang lebih banyak disisi utara-selatan	-Pencahayaan alami adalah pencahayaan bersumber dari alam yang pada umumnya dikenal sebagai cahaya matahari. -Dilihat dari arah bukaan yang lebih banyak menghadap sisi utara-selatan (tidak searah pergerakan matahari) -Jumlah cahaya yang masuk sesuai dengan tabel rekomendasi <i>daylight factor</i>	(Froeschle, 1999; Nielson & Wolfe, 2009; BCA, 2010)
X4	Penggunaan selubung bangunan dengan <i>secondary skin</i>	-Elemen bangunan yang menyelubungi bangunan gedung, yaitu dinding dan atap transparan atau yang tidak transparan dimana sebagian besar energi termal berpindah melalui elemen tersebut. -Untuk mengefisienkan beban pendingin ruangan, perencanaan selubung bangunan harus merencanakan selubung bangunan dengan menghitung OTTV tidak melebihi 45 (empat puluh lima) watt/m <sup>2</sup>	(Froeschle 1999; BCA, 2010; Permen PU, 2012)
Aspek Material			
X5	Penggunaan material ramah lingkungan dengan bata ringan	-Material yang menyerupai beton dan memiliki sifat kuat, tahan air dan api, awet dan dibuat di pabrik -Dapat meringankan beban struktur bangunan -harga relatif lebih mahal dari bata merah	(Ismail dkk, 2004)
X6	Penggunaan panel surya (PV)	-Panel surya / solar cell digunakan untuk sebagian penerangan (dalam hal ini menggunakan arus searah DC) dan memerlukan inverter (aki) untuk dapat digunakan menyalakan perangkat AC	(Froeschle 1999; BCA, 2010; Davis Langdon, 2010)

Lanjutan Tabel 3.1

X7	Penggunaan sistem pencahayaan Buatan dengan sitem penerangan pintar	-Nyala lampu dimatikan secara otomatis oleh <i>motion sensor &amp; lux sensor</i> . -Perencanaan pencahayaan buatan pada bangunan gedung perkantoran menggunakan dimmer untuk menghemat konsumsi energi listrik.	Froeschle 1999; Ondang, 2012; Sinopoli, 2010)
X8	Penggunaan AC hemat energi dengan <i>VRV system</i>	- Perencanaan sistem pengkondisian udara harus mempertimbangkan desain yang efisien -Vrv adalah AC inverter dengan satu <i>outdoor</i> untuk beberapa unit <i>indoor</i> . Contoh AC Daikin VRV III	(Pergub DKI 38/2012; Permen PU, 2012)
X9	Penggunaan sistem air daur ulang	berfungsi untuk mengolah air kotor dan air bekas sehingga dapat digunakan kembali untuk konsumsi air sekunder ( <i>flushing toilet/sistem penyiraman tanaman</i> )	(Froeschle, 1999; Yudelson, 2007; Kubba, 2010)
X10	Penggunaan kaca arsitektural Low-e	-Jenis kaca yang memiliki emisivitas rendah yang dapat mereduksi panas dari luar dengan penghematan mencapai 30% -uk. 2134 mm x 3048 mm Rp 287.000- Rp 745.000	(Froeschle 1999; Yudelson, 2007)
X11	penggunaan material yang rendah VOC pada cat dinding	-Bila cat mengeluarkan bau yang menyengat, artinya cat tersebut mengandung VOC dengan kadar yang cukup tinggi. Kalau ada bau tapi tidak terlalu menyengat, artinya cat tersebut mengandung solvent, tapi tidak terialu tinggi. Cat yang benar-benar tidak mengandung solvent harusnya benar-benar tidak mengeluarkan bau. -Tidak mengandung timbal dan merkuri -Contoh cat yang rendah VOC adalah Jotun (new majestic), ICI (Dulux Easy Clean), Propan (Decorsavae)	(Froeschle 1999; Yudelson, 2007; Kubba, 2010)
X12	Penggunaan <i>green roof</i>	Atap bangunan yang sebagian atau seluruhnya ditutupi dengan vegetasi dan media tumbuh, ditanam di atas membran kedap air. Hal ini juga dapat mencakup lapisan tambahan seperti penghalang akar dan drainase dan irigasi.	(Froeschle 1999; Yudelson, 2007; Castleton dkk, 2010)

### 3.3 Populasi dan Sampel

Pada sub-bab ini dijelaskan mengenai populasi dan sampel pada penelitian yang mencari tahu pengaruh penerapan konsep *green building* terhadap investasi di bangunan tinggi.

### **3.3.1 Definisi Populasi**

Dalam penelitian ini populasi diidentifikasi berdasarkan batasan penelitian, maka populasi pada penelitian ini adalah para pelaku bisnis/praktisi, yang pernah dan/atau sedang terlibat langsung dalam proyek bangunan tinggi pada manajemen konstruksi dan pengembangan properti di Surabaya.

### **3.3.2 Sampel**

Sampel merupakan suatu himpunan (subset) dari unit populasi (Kuncoro, 2003). Dengan kata lain sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki populasi. Perlu diambil sampel yang sesuai dengan populasi yang ada dan yang sesuai dengan batasan penelitian. Berdasarkan survey Kit (Fink, 1995 dalam Prakoso, 2005) untuk menentukan jumlah sampel yang cukup representatif dalam penelitian, maka jumlah sampel yang digunakan sekurang-kurangnya sebanyak 30 sampel, karena nilai-nilai atau skor yang diperoleh dari sejumlah  $> 30$  sampel, distribusinya akan mengikuti distribusi normal. Sehingga sampel yang berjumlah 38 telah mencukupi untuk dianalisa lebih lanjut.

Sampel pada penelitian ini adalah para pelaku bisnis/praktisi, yang terdiri dari *Project Manager*, Manajer Teknik, *Marketing Manager*, *Design Manager*, *Research & Development Manager*, *Research & Development Marketing Manager*, *General Manager*, *Senior Manager*, *Associate Director*, hingga Direktur Utama yang pernah dan/atau sedang terlibat langsung dalam proyek bangunan tinggi pada manajemen konstruksi dan pengembangan properti di Surabaya.

Pada sub bab diskusi dan pembahasan (Bab 4) terdapat pendapat oleh para responden penelitian yang diberikan kode (R1, R2 dan R3). Responden (R1, R2, R3) ini adalah responden terpilih untuk mewakili hasil empiris di kota Surabaya.

### **3.4 Jenis dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari responden penelitian melalui kuisioner, dengan mengukur persepsi para responden penelitian.

### **3.5 Metode Pengambilan dan Pengumpulan data Penelitian**

Metode pengambilan data dilakukan dalam beberapa tahap agar data yang diperoleh sesuai dengan lingkup penelitian. Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui survey kuisisioner.

#### **3.5.1 Teknik Pengambilan Data**

Proses sampling pada penelitian ini meliputi beberapa tahap sebagai berikut:

1. Memilih populasi; populasi yang dipilih adalah para praktisi pengembang properti yang pernah dan/atau sedang terlibat langsung dalam proyek bangunan tinggi pada manajemen konstruksi dan pengembangan properti di wilayah Surabaya. Waktu survey kuisisioner mulai dari bulan Januari 2015 hingga April 2015.
2. Memilih unit-unit sampling; sampel diambil dari perusahaan-perusahaan yang bergerak dibidang manajemen properti & konstruksi di Surabaya yang sesuai dengan kriteria sampel.
3. Memilih kerangka sampling; database nama dan nomer kontak responden selanjutnya didapatkan dari responden sebelumnya (sebagai rekomendasi).
4. Memilih desain sampel; tipe metode / pendekatan yang digunakan adalah *Nonprobability Sampling* dengan metode gabungan, yaitu *purposive sampling* yang dilanjutkan dengan *snowball sampling*. *Purposive sampling* dilakukan untuk mendapatkan responden awal yang sekiranya sesuai dengan batasan dan lingkup penelitian. *Snowball sampling* dilakukan karena peneliti kurang memahami populasi dalam lingkup penelitian.
5. Memilih rancangan sampling; Penelitian ini dilakukan melalui alat kuisisioner pada responden.

#### **3.6 Teknik Pengumpulan Data**

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan oleh penulis pertama adalah:

1. Survei kuisisioner pendahuluan, yaitu melakukan survei dengan menanyakan melalui kuisisioner awal yang dilakukan untuk mendapatkan variabel-variabel

baru/tambahan/perubahan dari opini ahli yang diberikan kepada 3 orang pakar, yang ahli dalam bidangnya. Setelah didapatkan hasil mengenai penambahan dan perubahan variabel kuisisioner kemudian dilakukan perbaikan.

2. Survei kuisisioner kedua, yaitu setelah melakukan perbaikan isi maupun format penulisan dari survei pendahuluan, kemudian kuisisioner kedua disebar kepada responden penelitian. Penyebaran kuisisioner dilakukan dengan penyerahan kuisisioner secara pribadi.

### **3.7 Penyusunan Kuisisioner**

Pertanyaan dalam kuisisioner disusun berdasarkan variabel-variabel yang telah ditemukan sehingga akan ada 12 pertanyaan kuisisioner yang akan dijawab menurut persepsi para responden tentang pengaruh penerapan aspek *green building* pada investasi bangunan tinggi di Surabaya.

Dilakukan 2 kali survei kuisisioner. Pertama adalah survei pendahuluan kepada para ahli, kedua adalah survei utama kepada pada responden penelitian. Pertanyaan yang terdapat dalam kuisisioner kedua adalah hasil kajian literatur yang mempresentasikan mengenai kriteria *green building*. Sistematika pertanyaan kuisisioner yang diberikan kepada responden secara umum dibagi menjadi - bagian utama. Antara lain:

1. Bagian pertama merupakan pengantar yang berisi penjelasan mengenai maksud dilakukannya penelitian ini.
2. Bagian kedua adalah berisi pertanyaan mengenai aspek aspek *green building* yang dipengaruhi oleh kriteria investasi. Pada bagian ini responden akan menyatakan tingkat persetujuan mereka terhadap tingkat pengaruh aspek *green* terhadap investasinya.
3. Bagian ketiga adalah identitas responden untuk profil data responden, data mengenai perusahaan yang diwakilkan responden dan pengalaman dibidang pengembangan properti.
4. Bagian ke 4 adalah pertanyaan bebas mengenai pengaruh *green building* terhadap investasi bangunan tinggi.

### 3.7.1 Skala Pengukuran

Skala yang digunakan untuk mengukur pendapat dan persepsi responden terhadap indikator-indikator konsep *green building* dan investasi adalah skala numeris dengan menggunakan skala Likert. Skala Likert ini dirancang untuk memungkinkan responden memberikan penilaian dalam berbagai tingkatan atas setiap pertanyaan dalam kuisisioner, dengan rentang skor 1-7. Angka 7 menunjukkan bahwa persepsi atau pendapat responden dengan skor paling tinggi dan angka 1 menunjukkan bahwa persepsi atau pendapat responden dengan skor paling rendah.

### 3.7.2 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan digunakan sebagai sumber data yang sangat berguna yang didapat dari informasi para ahli. Penilaian ahli dan keahlian merupakan sumber yang dapat diterima data ketika tidak ada dasar bukti mapan yang terkait dengan topik penelitian tertentu (Linstone dan Turoff, 1975 dalam Christensen (2012)). Informasi ahli dapat diperoleh melalui berbagai metode, termasuk: kelompok fokus, wawancara, survei dan metode Delphi. Dalam Christensen (2012) Dorussen, Lenz dan Blavoukos mencatat bahwa:

“[Expert interviews] allow researchers to bridge the divide between case studies and the comparison of a large number of [cases] based on more general and publicly available data. Further, expert interviews give the researchers control over the dimensions that are central to the comparative research. Consequently, a clear theoretical framework can be used to facilitate rigorous comparisons” (2005: 317).

Penelitian ini menggunakan survei pendahuluan terlebih dahulu yang bertujuan untuk mendapatkan variabel-variabel yang belum ditemukan oleh peneliti, yang mungkin mengalami perubahan, penambahan atau pengurangan sehingga dapat dipergunakan sebagai variabel dalam penelitian. Kuisisioner untuk survey pendahuluan dapat dilihat pada Lampiran 1.

Survei dilakukan untuk melihat beberapa opini ahli mengenai aspek-aspek dalam *green building* yang dilakukan oleh beberapa praktisi ahli dan akademisi yang telah memahami investasi dalam properti dan pernah menangani proyek *green building*. 3 orang ahli tersebut adalah dua orang sebagai pelaku / praktisi yang telah berpengalaman di bidang desain/konstruksi bangunan gedung yang pernah

menangani proyek-proyek berkonsep *green building* dan satu orang lainnya yang ahli dibidang keilmuan (minimal pendidikannya adalah doktor dalam bidang keilmuannya). Memahami investasi disini adalah tidak hanya bekerja dalam mendesain/merancang, namun juga mengetahui/merencanakan anggaran biaya proyek. Survei kuisisioner pendahuluan diberikan kepada:

1. Bapak Tri Joko, S.T, M.T, Ph.D., dipilih karena beliau merupakan salah satu akademisi dari Teknik Sipil ITS dan praktisi yang memahami secara teori dan praktiknya mengenai konsep dan pengembangan bangunan tinggi.
2. Ir. Aditya Sutantyo, MMT, beliau adalah seorang praktisi yang telah lebih dari 20 tahun berada di dunia pengembangan properti. Beliau juga merupakan *General Manager* di Sinar Mas Land Surabaya, dan juga salah satu pengajar di MMT ITS.
3. Ir. Jimmy Priatman, M. Arch., IAI. merupakan seorang akademisi dari jurusan Arsitektur UK. Petra dan juga praktisi yang ahli dibidang *Green Building* selama lebih dari 30 tahun baik di Indonesia maupun diluar negeri.

Dari ketiga ahli yang kemudian didapat hasil sebagai berikut:

1. Tampilan penyajian kuisisioner
  - a. Bold/garis bawah kata-kata *high-rise building* atau bangunan tinggi pada kata pengantar kuisisioner agar pembaca lebih mudah memahami topik.
2. Variabel dalam kuisisioner
  - a. Darimana saja literatur yang digunakan hingga muncul variabel yang dipilih
  - b. Untuk kuisisioner tidak perlu menggolongkan antar aspek-aspek *green buildingnya*.
  - c. Pertanyaan nomor 1, antara horizontal dan vertikal seharusnya dipisah karena berbeda konteks
  - d. Pertanyaan nomor 2, lebih baik tidak perlu diberi pilihan untuk memilih bentuk atau lokasi site. Diasumsikan secara general lebih baik.
  - e. Perjelas sistem VRV itu apa
3. Tabel skala penilaian

- a. Lebih baik pertanyaan diberikan kalimat tanya seperti “setujukah anda, faktor-faktor dibawah ini dapat mempengaruhi biaya konstruksi, biaya operasional maupun nilai properti?” agar lebih mudah dipahami
  - b. Kalimat pertanyaan tabel ke-2 sebaiknya dibalik antara perubahan investasi dan penerapan *green*-nya, karena yang dilihat adalah pengaruhnya.
  - c. Untuk keterangan nilai skor bisa diperjelas dibawahnya agar responden tidak kebingungan saat mengisi.
4. Identitas responden
- a. Perlu diberikan pendidikan terakhir untuk melihat tingkat keahaman selain dari pengalaman kerja.
  - b. Responden haruslah yang pernah menangani atau terlibat langsung dengan proyek *green building* agar datanya valid.

### **3.8 Teknik Analisa Data**

Teknik analisa data adalah cara yang dipakai untuk mengolah data. Alat pengolah data terdiri dari berbagai jenis. Dalam penelitian ini analisa data yang dipakai sebagai perantara untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah analisa inferensial regresi liner berganda.

#### **3.8.1 Analisis Regresi Linear Berganda**

Analisis regresi digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel tergantung dan memprediksi variabel tergantung dengan menggunakan variabel bebas. Gujarati (2006) mendefinisikan analisis regresi sebagai kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan (*the explained variabel*) dengan satu atau dua variabel yang menerangkan (*the explanatory*). Variabel pertama disebut juga sebagai variabel tergantung dan variabel kedua disebut juga sebagai variabel bebas. Jika variabel bebas lebih dari satu, maka analisis regresi disebut regresi linear berganda. Disebut berganda karena pengaruh beberapa variabel bebas akan dikenakan kepada variabel tergantung.

Bentuk umum model regresi linier berganda dengan p variabel bebas adalah seperti pada persamaan (3.1) berikut (Kutner, Nachtsheim dan Neter, 2005).

$$Y_t = a_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

Dengan:

1.  $Y_t$  adalah variabel tidak bebas untuk pengamatan ke- $i$ , untuk  $i=1,2,\dots,n$
2.  $a_0$  adalah konstanta
2.  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  adalah parameter
3.  $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ip}$  adalah variabel bebas
4.  $\varepsilon_i$  adalah sisa (error) untuk pengamatan ke- $i$  yang diasumsikan berdistribusi normal yang saling bebas dan identik dengan rata-rata 0 (nol) dan variansi  $\sigma^2$ .

Berdasarkan rumus umum diatas, maka persamaan regresi berganda yang akan digunakan dalam analisis untuk melihat pengaruhnya pada peningkatan biaya konstruksi terlihat pada rumus 3.2, penurunan pada biaya operasional pada rumus 3.3 dan peningkatan nilai propertinya pada rumus 3.4.

$$Y_1 = a_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_{12} X_{12} \quad (3.2)$$

$$Y_2 = a_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_{12} X_{12} \quad (3.3)$$

$$Y_3 = a_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_{12} X_{12} \quad (3.4)$$

Dengan:

$Y_1$  = Peningkatan biaya konstruksi;

$Y_2$  = Penurunan Biaya Operasional;

$Y_3$  = Peningkatan nilai properti.

$a_0$  = Konstanta;

$\beta_1$  = koefisien regresi  $X_1$ ;

$\beta_2$  = koefisien regresi  $X_2$ ;

$\beta_3$  = koefisien regresi  $X_3, \dots$ ;

$\beta_{12}$  = koefisien regresi  $X_{12}$

- X1 = Bentuk massa bangunan yang tipis secara vertikal;  
X2 = Bentuk massa bangunan yang tipis secara horizontal; ..... ;  
X12 = Penggunaan material yang rendah VOC pada cat dinding (Variabel X selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 3.1).

Regresi adalah metode statistik parametrik, bahwa data harus berdistribusi normal. Untuk melihat kepatutan sebuah model regresi dilakukan proses berikut:

1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Mengukur seberapa besar pengaruh variabel *green building* dapat memprediksi variasi variabel investasi.

2. Uji signifikansi simultan (Uji F)

Menunjukkan apakah semua variabel *green building* (dari variabel X1-X12) seluruhnya mempunyai pengaruh terhadap variabel investasi. Kesimpulan Uji F adalah menolak/menerima hipotesa awal.

a.  $H_0$  adalah kedua belas aspek *green building* tidak saling berhubungan dalam mempengaruhi biaya investasi.

b.  $H_a$  adalah kedua belas aspek *green building* saling berhubungan dalam mempengaruhi biaya investasi.

3. Uji signifikansi individual (uji T)

Menunjukkan apakah tiap-tiap variabel *green building* secara parsial/sendiri mempunyai pengaruh terhadap variabel investasi. Kesimpulan Uji T adalah menolak/menerima hipotesa awal. Seperti:

a. Bentuk massa bangunan yang tipis secara vertikal (X1) ke peningkatan biaya konstruksi

b. Bentuk massa bangunan yang tipis secara horizontal (X2) ke peningkatan biaya konstruksi.

Pedoman untuk memberikan interpretasi koefisien korelasi Menurut Sugiyono (2007) dapat digolongkan dari sangat rendah hingga sangat kuat, dari rentang 0-1, seperti yang tersaji pada Tabel 3.2. Sehingga pengaruhnya dapat terbaca dari mulai berpengaruh sangat rendah hingga berpengaruh sangat kuat.

Nilai korelasi ( $r$ ) berkisar antara 1 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 atau

-1 berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat, sebaliknya nilai mendekati 0 berarti hubungan antara dua variabel semakin lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan searah, yaitu jika X naik maka Y naik dan nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik/berlawanan yaitu jika X naik maka Y turun atau jika X turun maka Y naik.

Tabel 3.2 Nilai Koefisien Korelasi

No.	Rentang	Pengaruh terhadap variabel y
1	0,00-0,199	sangat rendah /sangat lemah
2	0,20-0,399	Rendah /lemah
3	0,40-0,599	sedang
4	0,60-0,799	kuat
5	0,80-1,000	sangat kuat

Sumber: Sugiyono (2007)

### 3.9 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, berikut ini ditampilkan diagram alir penelitian seperti yang terlihat pada Gambar 3.6 berikut ini.

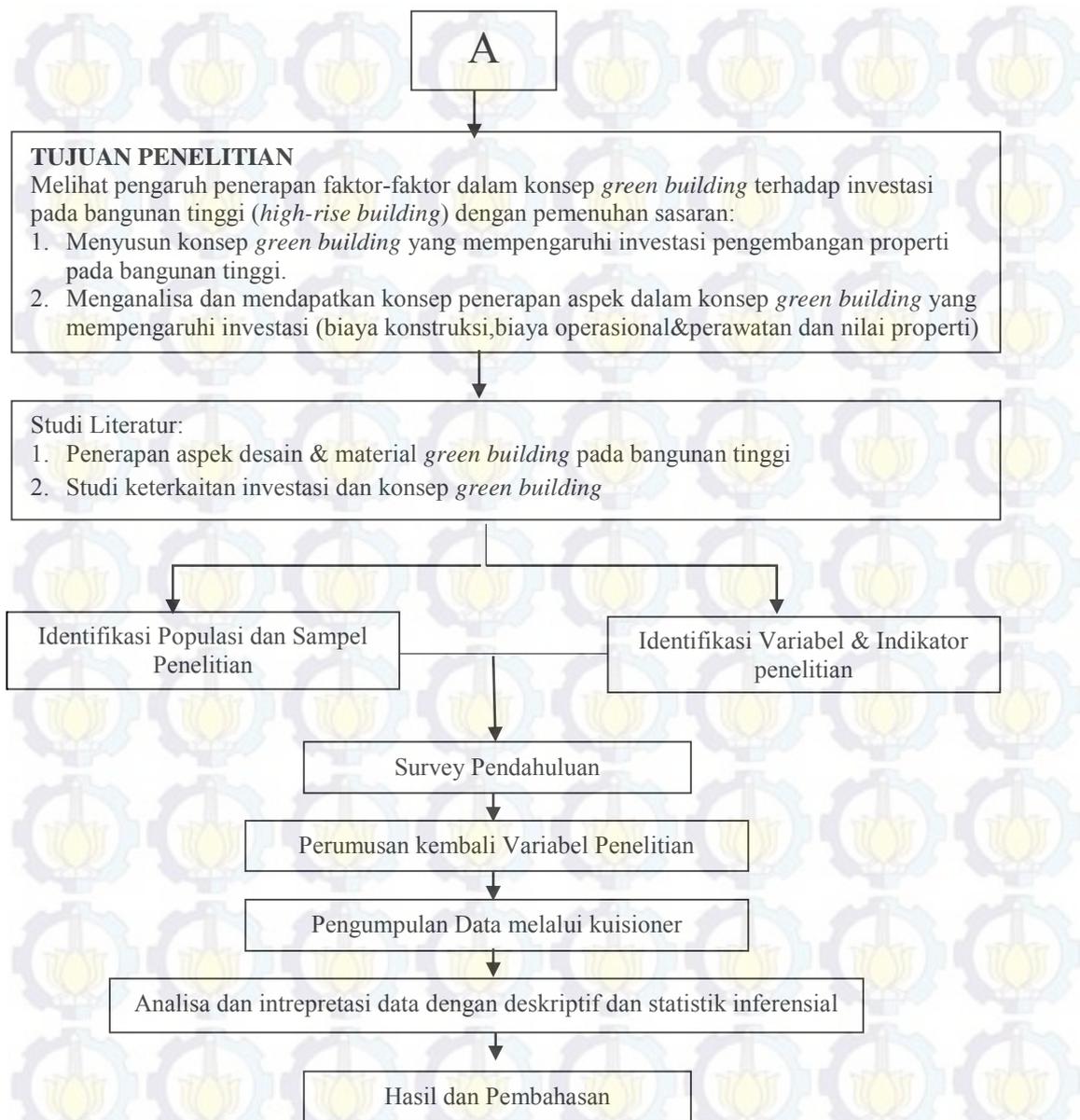
#### LATAR BELAKANG

- Sektor bangunan secara perlahan namun konstan memiliki kontribusi terbesar dalam menyumbang emisi karbon di alam. Oleh karena itu, bisnis sektor properti dan real estat memiliki tanggung jawab untuk ikut berkontribusi menguranginya penggunaan energi tersebut. Konsep *green building* merupakan salah satu solusi dari pembangunan berkelanjutan.
- Kendala utama bagi pengembang bangunan adalah kesalahpahaman bahwa pengeluaran modal lebih penting dibandingkan biaya siklus hidup bangunan. Mayoritas pemilik dan pengembang bangunan lebih peduli akan biaya awal tanpa menyadari bahwa biaya awal berhubungan erat dengan biaya operasional bangunan kedepannya.

#### RUMUSAN MASALAH

Bagaimana pengaruh penerapan faktor-faktor dalam konsep *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi?

A



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian

## **BAB 4**

### **ANALISA DAN PEMBAHASAN**

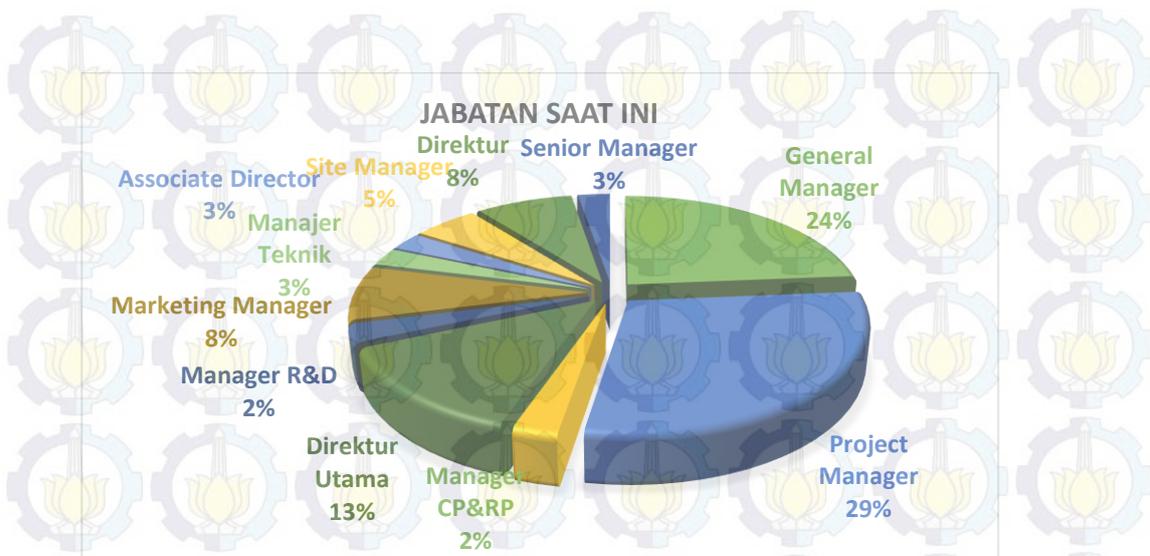
Pada bab ini akan disajikan hasil data yang diperoleh dari penyebaran kuisioner kepada responden yang selanjutnya digunakan sebagai dasar analisis dalam menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan.

#### **4.1 Profil Responden**

Pada penelitian ini, responden yang didapat sebanyak 38 responden. Responden penelitian terdiri dari *Project Manager*, Manajer Teknik, *Marketing Manager*, *Site Manager*, *Design Manager*, *Research & Development Manager*, *Research & Development Marketing Manager*, *CP&RC Manager*, *General Manager*, *Senior Manager*, *Associate Director*, dan Direktur yang pernah dan/atau sedang terlibat langsung dalam proyek bangunan tinggi pada manajemen konstruksi dan pengembangan properti di Surabaya. Proses pengambilan data terhadap responden menggunakan survei kuisioner yang diberikan langsung pada para responden. Dari 38 responden yang berhasil didapat, berikut adalah deskripsinya.

##### **4.1.1 Jabatan Responden saat ini**

Seperti terlihat pada Gambar 4.1, Posisi Jabatan yang ditempati oleh Manajer Teknik adalah 3% atau satu orang. 3 orang menempati posisi sebagai Marketing Manager atau 8%. Manager R&D ditempati oleh 1 orang responden dengan prosentase 2%. Direktur utama ditempati oleh 5 orang responden yang mewakili 13%. Satu orang berada pada posisi Manager CP&RP mewakili 2%. Sebanyak 29% prosentase responden adalah sebagai *Project Manager* yang berjumlah 11 orang, dan *General Manager* diwakili oleh 9 orang atau 24% dan Direktur dijabat oleh 8% atau 3 orang responden. *Associate director* sebanyak 3% atau 1 orang responden, *site manager* diwakili oleh 2 orang, atau sekitar 5%. *Senior manager* diwakili oleh satu orang atau sekitar 3%. Mayoritas responden penelitian menjabat sebagai *Project Manager* (11 orang) dan *General manager* (9 orang) yang diikuti oleh Direktur Utama (5 orang).



Gambar 4.1 Jabatan Responden saat ini

Mayoritas responden sebagai *Project Manager* berpendapat bahwa penerapan konsep *green building* ini pasti akan meningkatkan biaya pada awal konstruksi, karena penggunaan material green lebih mahal daripada material konvensional. Pendapat ini tidak jauh berbeda dengan *Site Manager*, manager teknik, *General Manager*, maupun *Senior Manager* dan responden lainnya. Selain itu para *manager* ini mengatakan bahwa biaya operasional meskipun turun, bila tidak memberikan benefit langsung kepada pengembang yang membuat pengembang menunda untuk berinvestasi.

Responden yang menjabat sebagai *Marketing Manager* menyatakan bahwa konsep *green building* memang dapat meningkatkan nilai penjualan, karena perusahaan mendapatkan citra yang baik peduli lingkungan dan penghuni mendapatkan nilai tambah dari penggunaan konsep yang ramah bagi lingkungan tersebut. Kebanyakan direktur berpendapat bahwa investasi pada bangunan berkonsep *green* masih sulit untuk dilakukan di Surabaya. Kondisi pasar yang masih belum siap terhadap konsep-konsep *green* pada bangunan tinggi membutuhkan edukasi pasar terlebih dahulu agar para pengembang juga bisa lebih siap mengembangkan bangunan berkonsep *green*.

#### 4.1.2 Latar Belakang Pendidikan

Dari gambar 4.2 diketahui dari 38 orang responden sebanyak 0% atau tidak ada responden yang memiliki pendidikan dibawah S1. Tidak ada yang mempunyai pendidikan lain selain dibawah S1, S1, S2, S3 atau sebanyak 0%. Sebanyak 63% responden atau sebanyak 24 orang memiliki pendidikan terakhir sebagai S1. Sedangkan pendidikan S2 sebanyak 12 orang atau 32%. Pendidikan S3 sebanyak 2 orang atau 5%. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa mayoritas responden mendapatkan pendidikan terakhirnya pada jenjang S1.

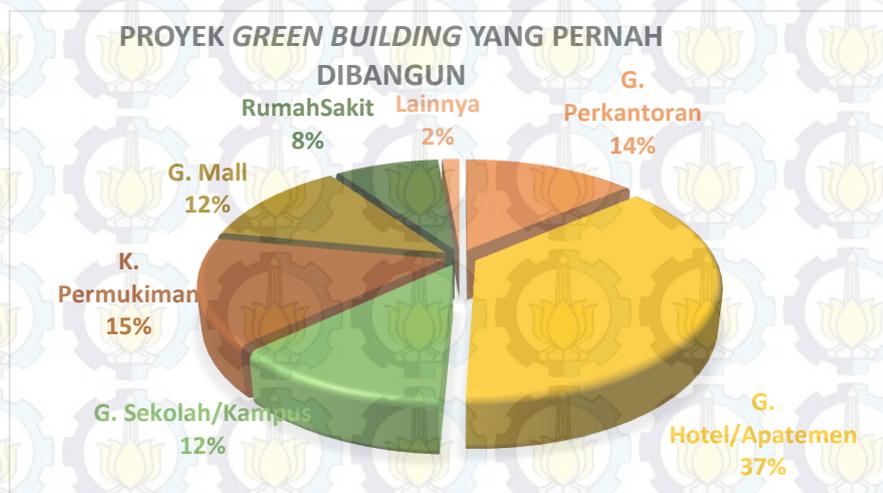


Gambar 4.2 Latar Belakang pendidikan Responden

Mayoritas dari responden dengan pendidikan terakhir S1 ini telah banyak menjadi manager maupun direktur. Tingkat pendidikan ini diharapkan dapat mewakili informasi seputar *green building* secara umum. Pendapat serupa juga pada responden yang telah menempuh pendidikan S2 maupun S3, yang cenderung lebih menyetujui terhadap investasi berkonsep *green building*, karena memberikan pandangan jauh kedepan akan pentingnya menjaga kelestarian bumi nantinya, tidak hanya untuk memperoleh benefit jangka pendek saja.

### 4.1.3 Jenis Proyek *Green Building* yang Pernah dibangun

Pada pertanyaan ini responden dapat memilih lebih dari satu jawaban bangunan berkonsep *green* yang pernah ditangani, untuk melihat sejauh apa pengalaman responden dalam proyek di bangunan tinggi dan penerapan konsep *green building*-nya. Pada Gambar 4.3, dari 38 responden sebanyak 10 orang atau 14% responden pernah menangani pembangunan gedung perkantoran. Gedung sekolah/kampus pernah ditangani sebanyak 9 responden atau sebanyak 12%. 11 orang responden atau 15% pernah menangani kawasan permukiman. Gedung Mall pernah ditangani oleh 9 orang responden atau sebanyak 12%. 6 orang responden pernah menangani rumah sakit atau sebanyak 8%. Responden yang memilih lainnya, ada 1 orang atau 2%. Sebanyak 27 responden atau 37% pernah menangani hotel atau apartemen. Dari hasil ini responden paling dominan adalah pernah membangun bangunan jenis hotel dan apartemen.



Gambar 4.3 Jenis Proyek *Green Building* yang Pernah dibangun

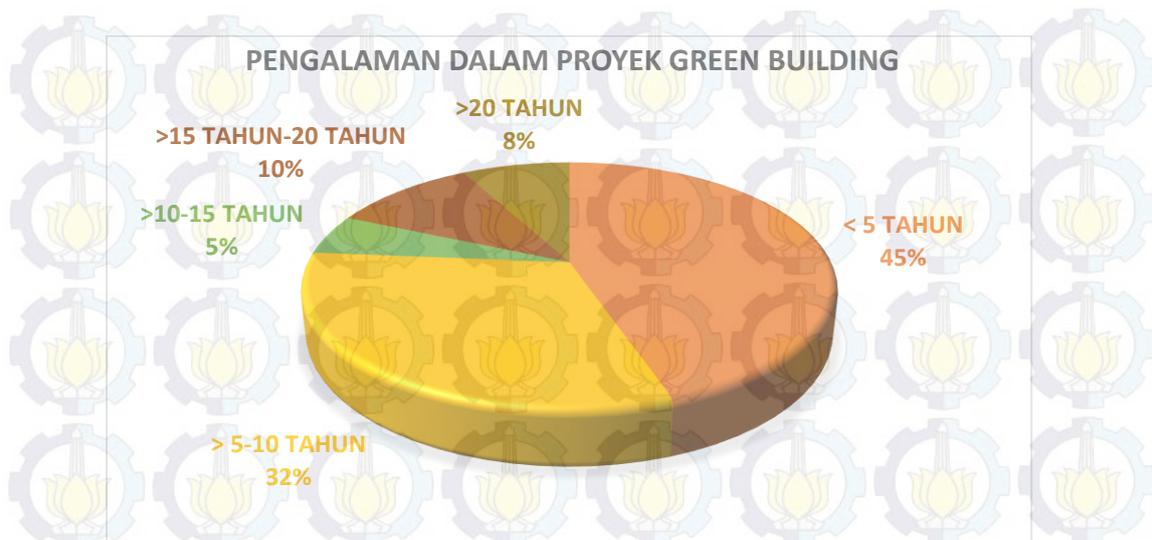
Dari sekian banyak bangunan pernah dibangun oleh para responden, mayoritas responden mengaku bahwa pembangunan berkonsep *green* pada bangunan tinggi paling banyak diterapkan pada gedung perkantoran dan mall. Hal

ini menurut beberapa responden dikarenakan penggunaan energi untuk bangunan bermassa banyak akan lebih efisien dibandingkan untuk unit-unit kecil tertentu. Seperti untuk penggunaan AC VRV, kaca Low-e, dan sistem penerangan otomatis. Mayoritas responden berpendapat bahwa penggunaan konsep *green* pada bangunan seperti apartemen di Surabaya masih akan sangat mahal sehingga tidak akan banyak konsumen yang tertarik. Menurut responden, penerapan pada bangunan apartemen yang telah sering diaplikasikan adalah bentukan massa yang memanjang pada arah timur-barat untuk mencegah panas matahari ke bangunan. Keuntungan dari penerapan ini adalah harga jual apartemen diarah Utara-Selatan akan lebih mahal dibandingkan arah Timur-Barat.

#### **4.1.4 Lama bekerja dalam Proyek *Green building***

Pertanyaan ini digunakan untuk melihat berapa lama para responden telah berkecimpung dalam proyek *green building*. Lama keterlibatan seseorang pada proyek *green building* diharapkan dapat mewakili informasi seputar *green building* di Surabaya. Dari hasil survei kuisioner seperti terlihat pada Gambar 4.4 diketahui sebanyak 45% responden berpengalaman dibawah 5 tahun, diwakili oleh 17 orang. Responden yang berpengalaman antara 5-10 tahun ada 12 orang dengan prosentase 32%. Sebanyak 5% responden atau 2 orang yang telah bekerja selama lebih dari 10 tahun dan kurang dari 15 tahun. 4 orang responden mempunyai pengalaman lebih dari 15 tahun atau sebanyak 10%, dan sebanyak 8% atau 3 orang mewakili responden yang telah bekerja dalam proyek *green building* lebih dari 20 tahun.

Mayoritas responden pernah bekerja dalam bidang *green building* hingga 5 tahun. Menurut sebagian responden, karena konsep *green* ini tergolong baru dikenal di Indonesia sehingga para responden belum terlalu lama berkecimpung dibidang ini. Para responden yang telah menggeluti bidang ini dari lebih dari 5 hingga 15 tahun berpendapat bahwa konsep *green building* merupakan sebuah keharusan, bukan lagi sukarela. Hal ini juga disetujui oleh para responden yang telah lebih dari 20 tahun berkecimpung, mereka mengatakan bahwa *green building* mungkin akan mahal didepan, namun sangat bagus untuk investasi di masa depan, demi menjaga lingkungan tempat tinggal.



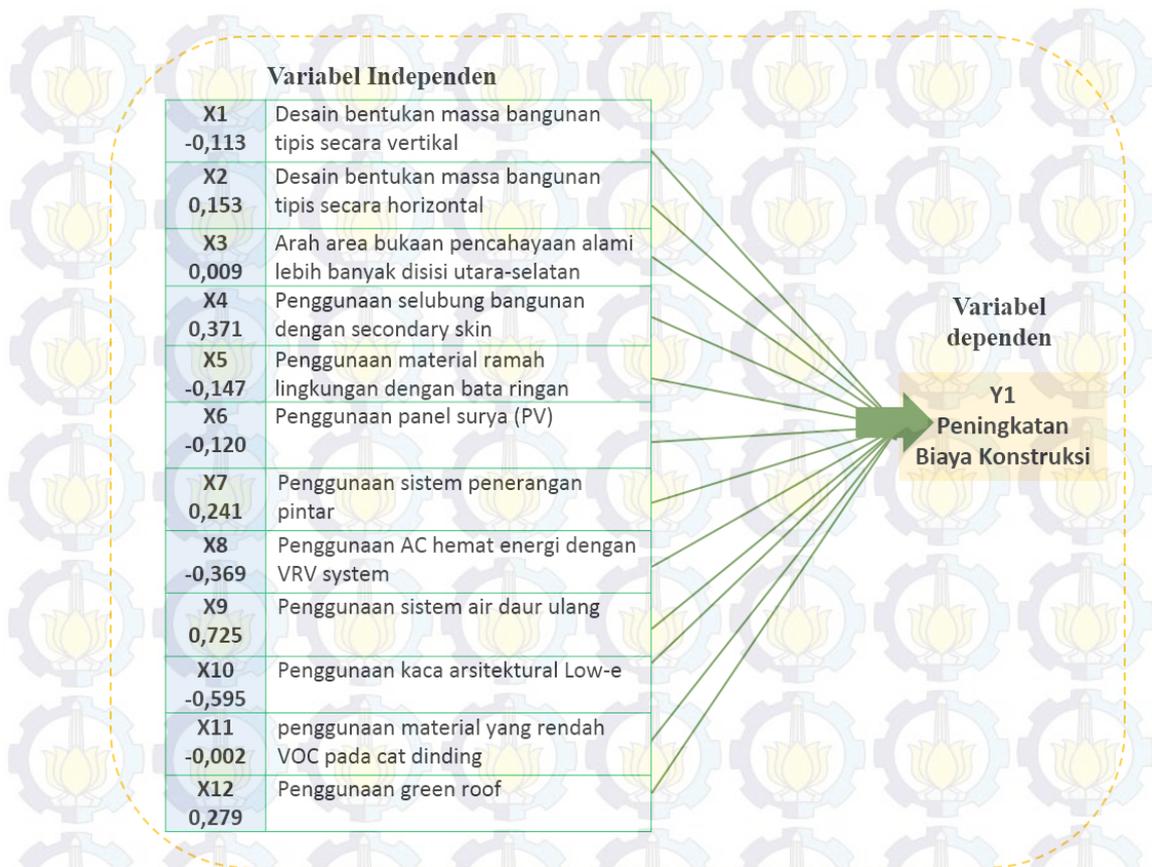
Gambar 4.4 Pengalaman Dalam Proyek *Green Building* (Hasil olah data, 2015)

#### 4.2 Analisa Pengaruh Penerapan Aspek *Green Building* Terhadap Investasi.

Alat statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh penerapan aspek *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi adalah analisis regresi berganda. Tujuan analisis ini adalah untuk melihat secara langsung beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat (Kuncoro, 2003). Variabel bebas dalam penelitian adalah aspek *green building* dan variabel terikatnya adalah investasi.

#### 4.3 Analisa Pengaruh Penerapan Konsep *Green Building* Terhadap Peningkatan Biaya Konstruksi

Telah diuraikan pada sub-bab sebelumnya mengenai data hasil kuisioner yang telah diberikan kepada para responden. Selanjutnya hasil kuisioner tersebut akan dianalisis dengan cara regresi berganda untuk mengetahui pengaruh setiap variabel *green building* pada peningkatan biaya konstruksinya (Lampiran 2). Model penelitian yang digunakan terlihat seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Model Empiris Peningkatan Biaya Konstruksi.

Untuk melihat apakah kedua belas variabel *green building* dapat menjelaskan dan memprediksi model variabel investasi dilakukan hipotesis (Lampiran 3). Berdasarkan hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap peningkatan biaya konstruksi, hasilnya adalah kedua belas aspek *green building* secara bersama-sama dalam mempengaruhi peningkatan biaya konstruksi. Untuk hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* secara parsial mempunyai pengaruh terhadap peningkatan biaya konstruksi, hasilnya adalah dari kedua belas variabel *green building* yang mempunyai pengaruh secara parsial terhadap peningkatan biaya konstruksinya adalah variabel X9 yaitu “Penggunaan sistem pengolahan air limbah bersih, yang didaur ulang untuk flush toilet, untuk irigasi taman”.

Secara umum, tingkat keeratan hubungan antara pengaruh penerapan aspek

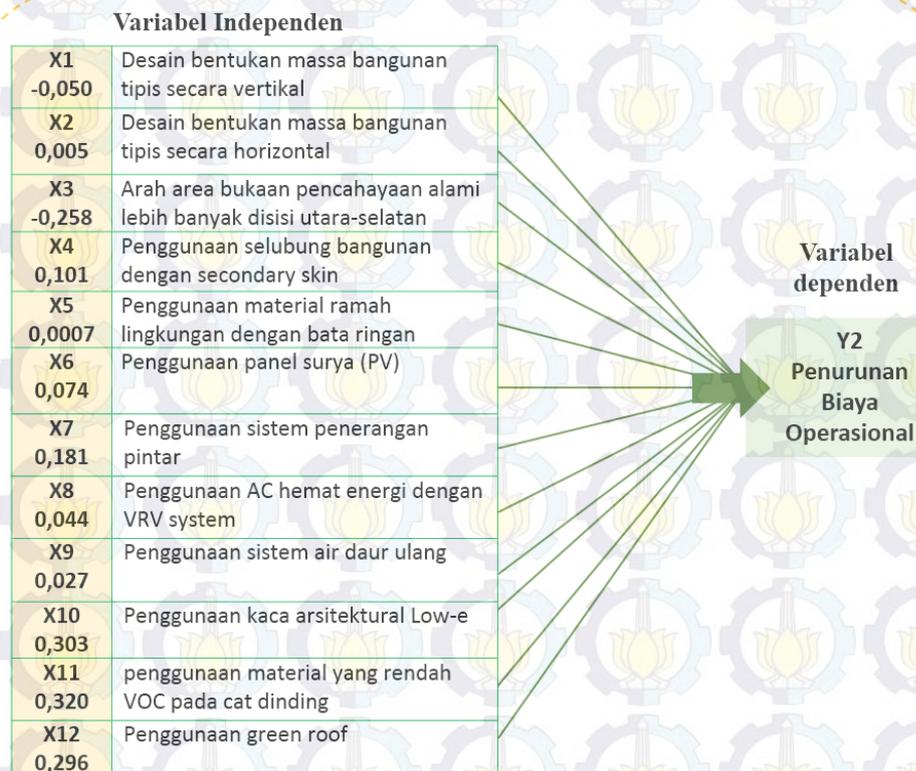
*green building* dengan biaya konstruksi (*initial cost*) bangunan tinggi termasuk kuat yaitu sebesar 77%. Sedangkan kemampuan kriteria-kriteria konsep *green building* dalam menjelaskan bagaimana pengaruhnya pada peningkatan biaya investasinya juga cukup besar, yaitu sebanyak 59% sedangkan sisanya sebesar 41% merupakan pengaruh dari faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian. Insukindro (1998 dalam Kuncoro, 2009) menekankan bahwa koefisien determinasi hanyalah salah satu dan bukan satu-satunya kriteria memilih model regresi yang baik. Kriteria lain yang dapat dipertimbangkan adalah melalui uji asumsi klasik analisis regresi berganda (Lampiran 3). Hasil asumsi klasik pada analisa menyebutkan bahwa pada uji normalitas data yang diuji berdistribusi normal. Pada hasil uji autokorelasi ditemukan tidak terjadi autokorelasi. Hasil uji multikolinearitas terhadap variabel *green building* mengindikasikan bahwa tidak terdapat multikolinearitas atau korelasi antar variabel green.

Variabel *green building* ini semakin tepat dalam memprediksi biaya konstruksinya karena *standard error* dari estimasi variabel biaya konstruksinya 0,900, lebih kecil dari standar deviasinya yaitu 1,15, yang berarti semakin kecil *standard error*nya dibandingkan dengan standar deviasinya maka model yang digunakan semakin baik. Variasi (besar-kecil, naik turun) dari peningkatan biaya investasi yang bernilai 49,05, sebagian berasal dari variabel *green building* yang diteliti yaitu sebesar 28,78 dan sisanya sebesar 20,26 disebabkan oleh variabel lain yang juga mempengaruhi peningkatan biaya konstruksi, tetapi tidak dimasukkan dalam model yang diteliti.

#### **4.4 Analisa Pengaruh Penerapan Konsep Green Building Terhadap Penurunan Biaya Operasional**

Untuk melihat apakah kedua belas variabel *green building* dapat menjelaskan dan memprediksi model variabel investasi dilakukan hipotesis (Lampiran 4). Berdasarkan hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap penurunan biaya operasionalnya, hasilnya adalah kedua belas aspek *green building* secara bersama-sama dalam mempengaruhi penurunan biaya operasionalnya. Untuk hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* secara parsial

mempunyai pengaruh terhadap penurunan biaya operasionalnya, hasilnya adalah dari kedua belas variabel *green building* tidak ada yang mempunyai pengaruh secara parsial terhadap penurunan biaya operasionalnya. Model empiris untuk konsep penurunan biaya operasional disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Model Empiris Penurunan Biaya Operasional.

Secara umum, tingkat keeratan hubungan antara pengaruh penerapan aspek *green building* dengan biaya operasional bangunan tinggi termasuk kuat yaitu sebesar 0,62%. Sedangkan kemampuan kriteria-kriteria konsep *green building* dalam menjelaskan bagaimana pengaruhnya pada penurunan biaya operasional amat terbatas yaitu sebanyak 38%, karena nilai koefisien determinasi relatif kecil (Kuncoro, 2009). Pertimbangan kriteria lainnya adalah dengan melihat hasil asumsi klasik pada analisa menyebutkan bahwa pada uji normalitas data yang diuji

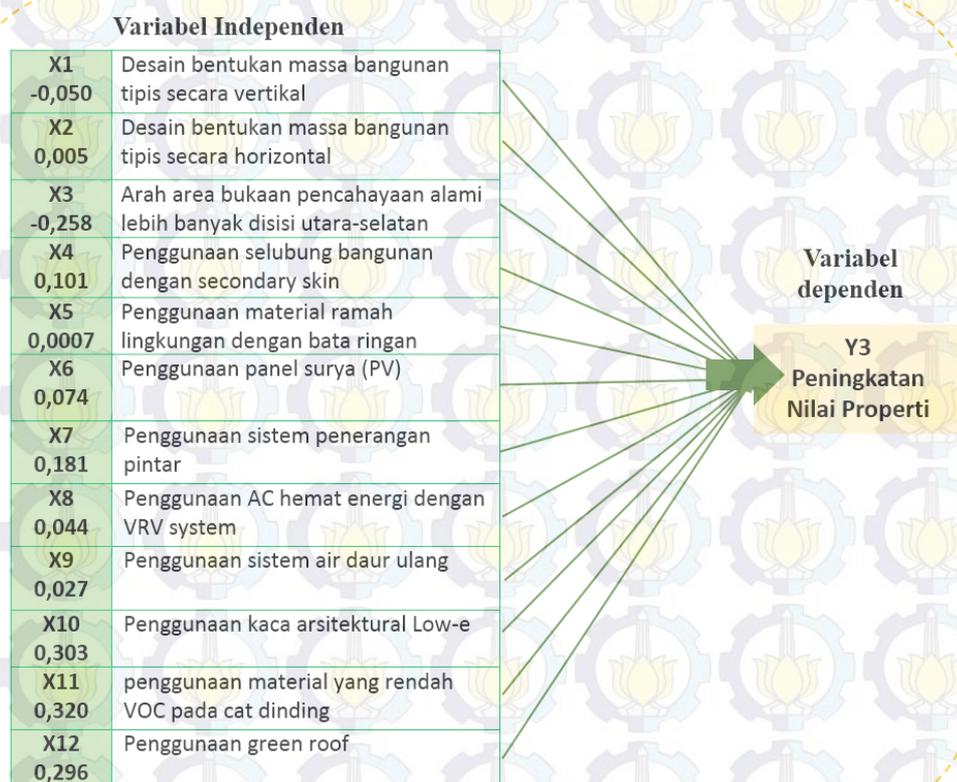
berdistribusi normal. Pada hasil uji autokorelasi ditemukan tidak terjadi autokorelasi dan hasil uji multikolinearitas terhadap variabel *green building* mengindikasikan bahwa tidak terdapat multikolinearitas atau korelasi antar variabel *green*-nya. Variabel *green building* ini semakin tepat dalam memprediksi biaya konstruksinya karena *standard error* dari estimasi variabel biaya konstruksinya 1,325, lebih kecil dari standar deviasinya yaitu 1,384, yang berarti semakin kecil *standard error*-nya dibandingkan dengan standar deviasinya maka variasi (besar-kecil, naik turun) dari model untuk menjelaskan penurunan biaya operasionalnya semakin baik.

#### **4.5 Analisa Pengaruh Penerapan Konsep *Green Building* Terhadap Peningkatan Nilai Properti**

Untuk melihat apakah kedua belas variabel *green building* dapat menjelaskan dan memprediksi model variabel investasi dilakukan hipotesis (Lampiran X). Berdasarkan hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* bersama-sama mempunyai pengaruh terhadap peningkatan nilai propertinya, hasilnya adalah kedua belas aspek *green building* secara bersama-sama dalam mempengaruhi peningkatan nilai properti. Untuk hasil pengujian hipotesis untuk melihat apakah semua variabel *green building* secara parsial mempunyai pengaruh terhadap peningkatan nilai properti, hasilnya adalah dari kedua belas variabel *green building* tidak ada yang mempunyai pengaruh secara parsial terhadap peningkatan nilai properti. Model empiris pengaruh penerapan *green building* terhadap nilai propertinya dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Secara umum, tingkat keeratan hubungan antara konsep *green building* dengan peningkatan nilai properti bangunan tinggi termasuk kuat yaitu sebesar 82%. Sedangkan kemampuan kriteria-kriteria konsep *green building* dalam menjelaskan bagaimana pengaruhnya pada peningkatan nilai propertinya tergolong besar, yaitu sebanyak 67,5% sedangkan sisanya sebesar 32,5% merupakan pengaruh dari faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian. Kriteria lain yang dapat dipertimbangkan selain koefisien determinasi adalah melalui uji asumsi klasik analisis regresi berganda (Lampiran 5). Hasil asumsi klasik pada analisa menyebutkan bahwa pada uji normalitas data yang diuji berdistribusi

normal. Pada hasil uji autokorelasi ditemukan tidak terjadi autokorelasi. Hasil uji multikolinearitas terhadap variabel *green building* mengindikasikan bahwa tidak terdapat multikolinearitas atau korelasi antar variabel *green building*. *Standard error* dari estimasi variabel peningkatan nilai properti adalah 0,819, lebih kecil dari standar deviasinya yaitu 1,182, yang berarti semakin kecil *standard error*nya dibandingkan dengan standar deviasinya maka variabel *green building* ini semakin tepat dalam memprediksi nilai propertinya. Variasi (besar-kecil, naik turun) dari peningkatan nilai properti yang bernilai 51,71 sebagian berasal dari variabel *green building* yang diteliti yaitu sebesar 34,9 dan sisanya sebesar 16,8 disebabkan oleh variabel lain yang juga mempengaruhi peningkatan nilai propertinya, tetapi tidak dimasukkan dalam model yang diteliti.

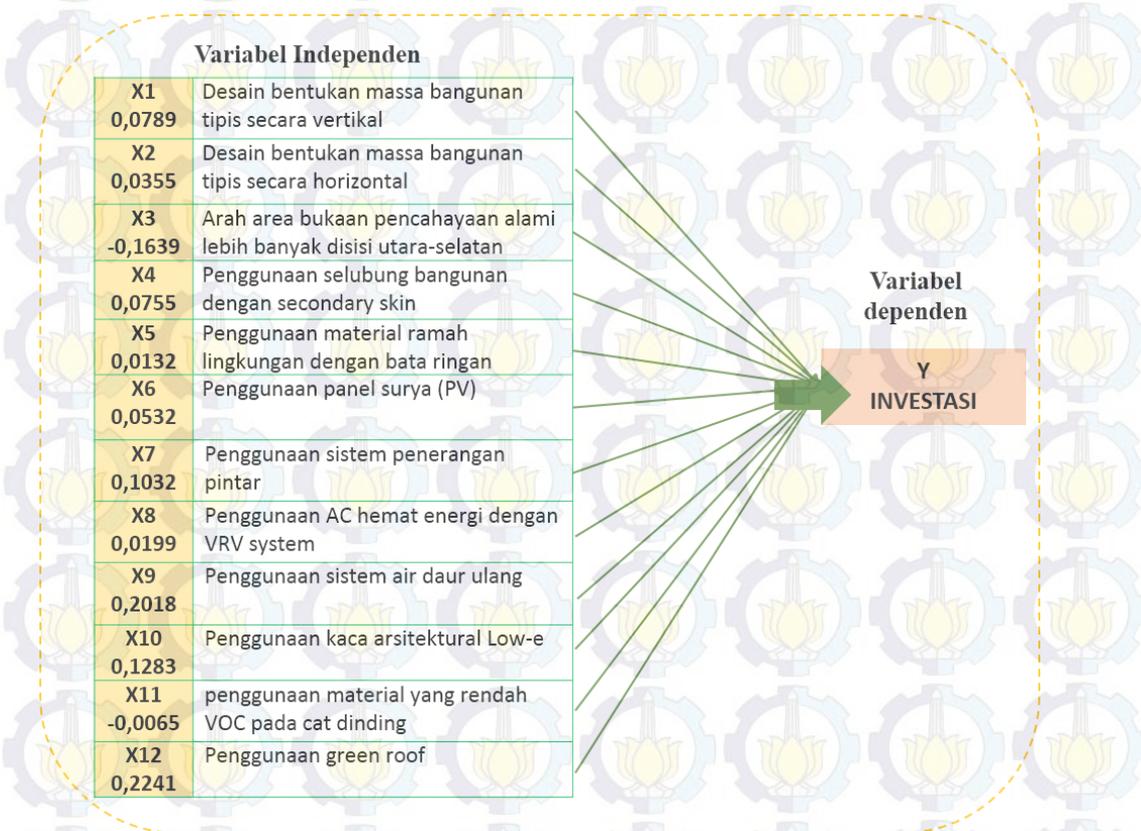


Gambar 4.7 Model Empiris Peningkatan Nilai Properti.

#### 4.6 Pengaruh Penerapan Konsep *Green Building* Terhadap Investasi

Pengaruhnya dijelaskan dengan menghubungkan kesesuaiannya dengan teori-teori yang telah dibahas dalam kajian teori sehingga semakin mempertegas hasil penelitian nantinya. Pada sub-bab sebelumnya telah didapatkan hasil analisa mengenai pengaruh dari penerapan aspek *green building* pada masing-masing kriteria investasi, yaitu peningkatan biaya konstruksinya, penurunan biaya operasional, dan peningkatan nilai properti.

Kemampuan kriteria-kriteria aspek *green building* dalam menjelaskan bagaimana pengaruhnya pada nilai investasinya tergolong besar, yaitu sebanyak 80%, sedangkan sisanya sebesar 20% merupakan pengaruh dari faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model penelitian. Model empiris pengaruh penerapan aspek *green building* terhadap investasi secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.8 Model Empiris Pengaruh Penerapan Aspek *Green building* terhadap Investasi.

Penjabaran dari hasil empiris pengaruh penerapan 12 aspek *green building* terhadap investasi akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Bentuk masa bangunan tipis secara vertikal berpengaruh searah terhadap investasinya. Artinya semakin besar penerapan bentuk tipis vertikal maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil bentuk ini diterapkan maka investasinya akan semakin turun.
2. Bentuk masa bangunan tipis secara horizontal berpengaruh searah terhadap investasinya. Yaitu semakin besar penerapan bentuk tipis horizontal maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil desain ini diterapkan maka investasinya akan semakin turun.
3. Arah area bukaan untuk pencahayaan alami yang lebih banyak disisi Utara-Selatan berpengaruh berlawanan terhadap investasinya, yang artinya semakin besar penerapan arah bukaan yang menghadap Utara-Selatan maka investasinya akan semakin turun, dan semakin kecil desain ini diterapkan maka investasinya akan semakin meningkat.
4. Penggunaan *Secondary Skin* berpengaruh searah terhadap investasinya. Semakin luas *secondary skin* diterapkan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil *secondary skin* diterapkan maka investasinya akan semakin turun.
5. Penggunaan dinding berbahan bata ringan berpengaruh searah terhadap investasinya, yaitu semakin banyak dinding berbahan bata ringan digunakan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil dinding berbahan bata ringan digunakan maka investasinya akan semakin turun.
6. Penggunaan Panel Surya sebagai tenaga listrik mandiri berpengaruh searah terhadap investasinya, apabila semakin besar jumlah panel surya yang digunakan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil jumlah panel surya yang digunakan maka investasinya akan semakin turun.
7. Penggunaan sistem Penerangan pintar (sensor gerak/lux) berpengaruh searah terhadap investasinya, artinya semakin besar jumlah sistem penerangan pintar yang digunakan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil jumlah sistem penerangan pintar yang digunakan maka investasinya akan semakin

- turun.
8. Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV berpengaruh searah terhadap investasinya, yang artinya semakin besar jumlah AC bersistem VRV yang digunakan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil jumlah AC bersistem VRV yang digunakan maka investasinya akan semakin turun.
  9. Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang untuk irigasi taman dan *flush* toilet berpengaruh searah terhadap investasinya, yang artinya semakin besar penerapan sistem pengolahan air daur ulang maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil sistem pengolahan air daur ulang yang digunakan maka investasinya akan semakin turun.
  10. Penggunaan material kaca *Low-e* berpengaruh searah terhadap investasinya, yaitu semakin besar jumlah kaca *Low-e* yang digunakan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil jumlah kaca *Low-e* yang digunakan maka investasinya akan semakin turun.
  11. Penggunaan cat dinding rendah VOC berpengaruh berlawanan terhadap investasinya, yang artinya semakin besar cat dinding rendah VOC digunakan maka investasinya akan semakin turun, dan semakin kecil cat dinding rendah VOC digunakan maka investasinya akan semakin meningkat.
  12. Penggunaan *green roof/roof garden* berpengaruh searah terhadap investasinya, yaitu semakin luas *green roof/roof garden* yang diaplikasikan maka investasinya akan meningkat, dan semakin kecil *green roof/roof garden* yang diaplikasikan maka investasinya akan semakin turun.

Secara umum, rumus persamaan investasi ini dapat terlihat pada (4.1).

$$Y = 1.62 + 0.079 X_1 + 0.035 X_2 - 0.164 X_3 + 0.075 X_4 + 0.013 X_5 + 0.053 X_6 + 0.103 X_7 + 0.020 X_8 + 0.202 X_9 + 0.128 X_{10} - 0.006 X_{11} + 0.224 X_{12}$$

(4.1)

#### 4.7 Diskusi dan pembahasan

Pada masing-masing aspek *green building* akan dijabarkan mengenai pengaruhnya terhadap investasi. Nilai positif dan negatif ini adalah untuk menunjukkan prediksi terhadap variabel Investasi (Y) oleh variabel *green building*nya (X) atau indikasi bentuk dan besaran pengaruhnya. Angka positif berarti jika X naik Y ikut naik dan jika Y turun maka X juga turun. Nilai negatif berarti jika X naik maka Y akan turun, atau jika X turun maka Y akan naik. Model empirisnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

##### 1. Bentukkan masa bangunan tipis secara vertikal

Terlihat dari hasil persamaan regresi, variabel pertama mengenai bentukkan massa bangunan tipis secara vertikal berpengaruh berlawanan terhadap peningkatan biaya konstruksi sebesar  $-0,113$ . Yang artinya semakin luas permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi, maka kenaikan pada biaya konstruksinya akan semakin kecil, dan bila semakin kecil permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi, maka kenaikan pada biaya konstruksinya akan semakin besar. Tingkat pengaruh yang dihasilkan ( $-0,113$ ) oleh bentukkan masa yang tipis secara vertikal ini tergolong sangat rendah (Sugiyono, 2007) terhadap peningkatan biaya konstruksinya. Hasil ini sesuai dengan RCAC (2009) yang menyatakan bahwa ukuran jejak bangunan (*footprint*) lebih kecil adalah salah satu teknik penghematan terbaik pada budget konstruksinya, sehingga semakin kecil luasnya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk konstruksinya. Namun berdasarkan kondisi empiris yang diwakili  $R^2$  menyatakan bahwa akan ada peningkatan biaya konstruksinya. Hal ini dapat terlihat dari semakin tinggi bangunan, maka beban matinya akan semakin besar, tekanan angin dan beban gempa yang semakin besar akan membutuhkan pondasi & struktur yang lebih besar yang membuat biaya konstruksinya akan meningkat. Sehingga ideal dari tinggi bangunan yang dapat memaksimalkan struktur dan penggunaan materialnya sekitar 30 lantai.

Untuk penurunan biaya operasional, bentukkan massa bangunan tipis secara vertikal berpengaruh positif sebesar  $0,127$ , angka positif menunjukkan pengaruh yang searah dengan penurunan biaya operasionalnya. Yang artinya semakin luas permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi, maka penurunan biaya

operasionalnya akan semakin besar, dan bila semakin kecil permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi, maka penurunan biaya operasionalnya juga akan semakin kecil. Tingkat pengaruh yang dihasilkan (0,127) oleh bentukan masa yang tipis secara vertikal ini tergolong rendah (Sugiyono, 2007) atau lemah terhadap penurunan biaya operasionalnya. Hasil ini dipertegas oleh Mendler dkk (2001) dalam Wang dkk (2006) bahwa untuk mendapatkan solusi terbaik untuk menerapkan desain yang *green* adalah pada saat konseptual desain. Yang mana semakin kecil luasan bangunannya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk operasional bangunan nantinya (RCAC, 2009). Seperti yang diungkap oleh mayoritas responden yang diwakili oleh R1 bahwa bangunan yang tipis tentu akan mendapat pencahayaan alami yang lebih banyak dan dapat dimaksimalkan, sehingga dapat mengurangi penggunaan lampu dalam bangunan, yang mengakibatkan penggunaan listriknya juga akan berkurang. Dengan demikian biaya saat operasional dapat ditekan.

Namun bentukan massa bangunan tipis secara vertikal berpengaruh berlawanan terhadap peningkatan nilai propertinya sebesar -0,05. Yang artinya semakin luas permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi keatas (jumlah lantai bertambah) maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Dan semakin kecil permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan meninggi keatas maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar. Hal ini tidak sesuai dengan temuan dari Wilson (1998) bahwa harga pasar properti berkonsep *green* yang lebih tinggi dibandingkan dengan properti yang tidak menerapkan konsep *Green Development*, dan disetujui oleh U.S. Green Building Council (2003) bahwa nilai hunian yang lebih tinggi dan pemeliharaan yang mudah, lebih mudah untuk dijual dan mendapat penilaian pasar yang lebih tinggi. Temuan dari Wilson (1998) ini juga didukung oleh mayoritas responden yang tidak setuju dengan hasil tersebut. Seperti yang diwakili oleh R3 yang menyatakan bahwa di Surabaya semakin tinggi bangunan maka nilai propertinya akan semakin meningkat. Fungsi untuk bangunan komersial lebih baik meninggi keatas. Hal ini didasari karena semakin banyak lantai yang dapat dibuat, semakin banyak lantai yang dapat dijual, sehingga akan semakin mahal nilai propertinya.

## 2. Bentuk masa bangunan tipis secara horizontal

Selain bentuk vertikal, bentuk massa bangunan yang tipis secara horizontal juga berpengaruh positif terhadap peningkatan biaya konstruksi sebesar 0,152. Yang artinya semakin luas permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan memanjang secara horizontal (tidak menaikkan jumlah lantai), maka kenaikan pada biaya konstruksinya akan semakin besar. Dan semakin kecil permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan memanjang secara horizontal maka kenaikan pada biaya konstruksinya juga akan semakin kecil. Namun hasil ini tidak sesuai dengan temuan yang menyatakan bahwa bangunan dengan bentuk masa yang menipis secara horizontal dapat menghemat biaya investasi awal (RCAC, 2009). Dalam hal ini dapat dijelaskan, bahwa pertimbangannya adalah semakin kecil luas permukaan yang menyentuh site, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk konstruksinya (BCA, 2010). Tinjauan penelitian oleh Firsani dan Utomo (2012) mendukung temuan ini, bahwa pengguna biaya terbesar adalah pada biaya awalnya. Hasil penelitian ini didukung dari mayoritas responden yang mengemukakan bahwa kenaikan biayanya terjadi dari semakin banyaknya luas site/tanah yang digunakan, maka harga tanah yang harus dibayar akan semakin besar sehingga menyebabkan biayanya menjadi mahal. Hal ini didukung oleh R1, bentuk yang memanjang kesamping akan membuat sistem dan struktur utilitas yang digunakan semakin banyak.

Bentuk massa bangunan yang tipis secara horizontal juga berpengaruh searah terhadap penurunan biaya operasional sebesar 0,020, ketika semakin luas permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan memanjang secara horizontal, penurunan biayanya akan semakin besar. Dan semakin kecil permukaan bangunan yang berbentuk tipis dan memanjang secara horizontal, maka penurunan biaya operasionalnya juga akan semakin kecil. Hasil ini sesuai dengan Rural Community Assistance Corporation (2009) dan BCA (2010) bahwa semakin kecil luasan bangunannya, maka semakin efisien dalam penggunaan sumber energi untuk operasional bangunan nantinya. Hal ini disetujui dan dijelaskan oleh banyak responden, seperti diwakili oleh R2 yang mengemukakan bahwa bangunan yang tipis secara horizontal tidak membutuhkan energi yang lebih besar, karena selain memanfaatkan bentuk yang tipis, bangunan juga tidak terlalu tinggi sehingga

energi yang digunakan saat bangunan beroperasi menjadi lebih kecil. Seperti pada penggunaan lift dan pompa air. Namun bentuk dan massa bangunan yang tipis secara horizontal berpengaruh sangat rendah pada peningkatan nilai propertinya. Kenaikannya sangat kecil sebesar 0,005. Hasil penelitian ini sesuai dengan Wilson (1998) yang mengatakan konsep *green* sebagai diferensiasi sehingga mendorong terjadinya *market driven* yang lebih besar, dan sebagai promosi gratis. Sependapat dengan hasil ini salah satunya adalah R3 yang menyatakan bahwa nilai propertinya dapat meningkat dilihat dari harga tanah yang ditempati bangunan. karena semakin banyak luas lahan yang dipakai, dengan harga tanah yang terus meningkat maka harga jualnya pun akan semakin tinggi.

### 3. Arah area bukaan untuk pencahayaan alami yang lebih banyak disisi Utara-Selatan

Arah area bukaan untuk pencahayaan alami yang lebih banyak disisi Utara-Selatan berpengaruh positif terhadap peningkatan biaya konstruksinya sebesar 0,009. Artinya ketika semakin banyak jumlah bukaan diberikan pada arah ini maka peningkatan konstruksinya akan semakin besar, dan bila semakin sedikit jumlah bukaan diberikan pada arah ini maka peningkatan konstruksinya akan semakin kecil. Hasil ini tidak sejalan dengan temuan yang menyatakan bahwa dalam kaitannya dengan posisi bukaan bangunan dimana posisi dan luas bukaan akan mempengaruhi jumlah radiasi sinar matahari yang masuk kedalam bangunan, yang berarti bahwa luas dan posisi bukaan akan mempengaruhi kemampuan bangunan dalam menahan panas (Yuwono, 2007; Yudelson, 2008; Kubba, 2010). Konsep ini didukung oleh mayoritas responden yang diwakili oleh R3, tidak adanya banyak bukaan pada bagian Timur-Barat dan penggunaan dinding yang masif akan lebih menghemat biaya untuk pemakaian kusen dan kaca jendela. Hal ini didasari oleh pertimbangan bagaimana kondisi site, seperti yang diungkapkan beberapa responden, yang diwakili oleh R2 bila arah utara-timur tidak memungkinkan diberikan bukaan dan dipaksa diberikan bukaan yang akhirnya bisa menaikkan biaya konstruksinya.

Perletakan area bukaan ini berpengaruh berlawanan terhadap penurunan biaya operasionalnya sebesar -0,233, yang artinya ketika semakin banyak bukaan

diberikan pada arah ini maka penurunan pada biaya operasionalnya akan semakin kecil. Dan semakin sedikit bukaan diberikan pada arah ini maka penurunan pada biaya operasionalnya akan semakin besar. Namun hasil penelitian ini tidak sesuai dengan konsep yang ada, bahwa secara umum posisi bangunan yang tepat adalah sekitar 20 derajat arah Utara (RCAC, 2009). Orientasi bangunan sangat penting untuk menciptakan konservasi energi sehingga orientasi bangunan yang tepat dapat menyimpan besar jumlah energi dan mengurangi produksi karbon (RCAC, 2009;Kubba, 2010). Hal ini dapat dijelaskan seperti diungkapkan oleh banyak responden bahwa arah bukaan tidak terlalu mempengaruhi biaya operasional, karena tergantung fungsi dari bangunan itu, apakah sebagai *office* atau hunian. Bangunan perkantoran cenderung menggunakan AC, sehingga arah bukaan tidak mempengaruhi operasionalnya.

Arah area bukaan ini berpengaruh negatif terhadap peningkatan nilai propertinya sebesar -0,258. Negatif berarti ketika semakin banyak bukaan diberikan pada arah Utara-Selatan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil dan semakin sedikit bukaan diberikan pada arah Utara-Selatan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar. Namun temuan ini berbeda dengan temuan oleh Sneider & Catanese (1985) bahwa dengan orientasi bangunan yang sesuai dapat diperoleh keuntungan yang sebanyak-banyaknya dari rancangan pemanasan dan penyejukan alami, yang dalam hal ini adalah arah bukaan pada bagian Utara dan Selatan. Yang sesuai untuk meningkatkan kenyamanan termal dalam bangunan, karena mempunyai sinar matahari yang lebih rendah, dan terdiri dari pembiasan cahaya sehingga tidak menyebabkan silau penghuni didalamnya (ASHRAE, 2006). Konsep ini didukung oleh mayoritas responden yang menyatakan bahwa di Surabaya, perletakan bukaan bukaan pencahayaan tergantung fungsi yang ingin ditampilkan. Apakah lebih penting tembok masif, atau bukaan untuk pencahayaan. Untuk fungsi hunian arah bukaan Utara-Selatan lebih banyak dipilih konsumen dibandingkan arah bukaan Timur dan Barat, sehingga membuat harga jual pada unit yang menghadap Utara-Selatan lebih tinggi.

#### 4. Penggunaan *Secondary Skin*

Penggunaan selubung bangunan berupa *secondary skin* berpengaruh positif

terhadap peningkatan biaya konstruksinya sebesar 3,70. Artinya semakin luas permukaan yang memakai *secondary skin* maka kenaikan pada biaya konstruksinya akan semakin tinggi, dan semakin kecil permukaan yang memakai *secondary skin* maka peningkatan pada biaya konstruksinya akan semakin kecil. Hasil ini sesuai dengan teori dan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa pada gedung baru, biaya selubung bangunan umumnya 5% sampai 25% dari total biaya bangunan, dan bisa lebih tinggi jika kriteria desain tertentu dipenuhi, seperti badai atau resistensi ledakan (Coulis, 2009; Pagliano & Dama, 2015; WBDG, 2015). Hampir seluruh dari responden setuju dengan peningkatan ini, seperti yang diungkapkan R1 dengan pertimbangan bahwa penggunaan ‘kulit’ tambahan bangunan pasti menambah biaya konstruksinya daripada yang tidak menggunakan ‘kulit’ tambahan.

Penggunaan *secondary skin* berpengaruh positif pada penurunan biaya operasionalnya sebesar 0,014. Yang artinya, semakin banyak penggunaan *secondary skin* maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar, dan semakin sedikit penggunaan *secondary skin* maka penurunan biaya operasionalnya semakin kecil. Hal ini sesuai dengan Kubba (2010) yang menyatakan bahwa desain dan penempatan yang tepat, akan dapat memaksimalkan pendinginan bangunan secara pasif dan dapat menghemat penggunaan energi dalam bangunan (Climate Techbook, 2011; WBDG, 2015). Mayoritas dari responden setuju dengan penurunan ini, seperti diungkapkan oleh R3 bahwa, karena penggunaan ‘kulit’ tambahan sebagai pelindung maka panas dari luar tidak akan langsung masuk kedalam, sehingga secara umum penggunaan operasional energi listrik untuk AC-nya dapat berkurang. Selain itu penggunaan *secondary skin* berpengaruh positif yang tergolong sangat rendah terhadap peningkatan nilai propertinya, sebesar 0,101. Semakin luas permukaan yang menggunakan *secondary skin* maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar. WBDG (2015) menyatakan bahwa selubung bangunan sangat mempengaruhi tingkat performa bangunan dalam mencapai desain yang paling hemat biaya. Sehingga dengan desain yang tepat dapat meningkatkan kualitas dan performa bangunan. Seperti responden yang diwakili oleh R3 bahwa selain sebagai penahan panas matahari pada bangunan, *secondary skin* dapat digunakan sebagai media promosi dan sebagai penambah nilai jual properti nantinya.

## 5. Penggunaan dinding berbahan bata ringan

Penggunaan dinding berbahan bata ringan berpengaruh berlawanan terhadap peningkatan biaya konstruksinya sebesar -0,147. Nilai negatif berarti semakin banyak penggunaan jumlah bata ringannya, maka kenaikan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Dan semakin sedikit penggunaan jumlah bata ringannya, maka kenaikan biaya konstruksinya akan semakin besar. Menurut Hornbostel, dalam Limanto dkk, (2010) Bata ringan memiliki harga yang relatif lebih mahal dari bata konvensional. Namun pada pengerjaan konstruksi secara keseluruhan dengan menggunakan bata konvensional tidak selalu lebih murah daripada menggunakan bata ringan. Pernyataan ini didukung oleh penggunaan bata ringan sebagai dinding dapat membuat volume elemen struktur seperti kolom, balok, plat lantai dan pondasi bisa dikurangi, karena beban yang menumpunya ringan (Light Concrete, 2003; Ismail dkk, 2004; Citicon, 2015). Juga konstruksi yang relatif simpel, dan lebih ekonomis saat transportasi ke dalam site dan pengurangan tenaga manusianya, sehingga dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan struktur bangunan atau perhitungan pondasinya (Ismail dkk, 2004). Temuan ini dikuatkan oleh R1 yang menyatakan bahwa di Surabaya pemasangan dengan bata ringan dapat menghemat waktu pengerjaan proyek, tenaga tukang yang digunakan, maupun penghematan pada plesteran yang digunakan.

Dari hasil analisa, penggunaan dinding bata ringan berpengaruh sangat rendah (Sugiyono, 2007) sebesar (-0,088) terhadap penurunan biaya operasional. Yaitu semakin banyak jumlah penggunaan bata ringan membuat penurunan pada biaya operasionalnya semakin kecil, dan semakin sedikit jumlah penggunaan bata ringan maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar. Hasil ini tidak sesuai dengan temuan yang menyatakan bahwa biaya perawatan dinding ini lebih hemat, karena mempunyai daya serap air yang rendah serta tahan rembesan air sehingga dinding tidak mudah lembab (Light Concrete, 2003; Ismail dkk, 2004) serta aman untuk cat dinding maupun *wallpaper* dan biaya operasional lebih hemat, karena mampu menahan panas terik matahari sehingga menghemat biaya energi operasional sehari-hari (Light Concrete, 2003). Hasil penelitian ini dikuatkan oleh R2 bahwa bata ringan dapat membuat dinding lebih rentan dengan korosi air dan

retak bila plesteran yang digunakan tidak dilakukan dengan baik.

Hasil penelitian menyatakan Penggunaan bata ringan berpengaruh sangat rendah terhadap peningkatan nilai propertinya (0,0007). Meskipun sangat kecil, namun pengaruh positif ini berarti semakin banyak penggunaan jumlah bata ringan pada bangunan tinggi maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar, dan semakin sedikit penggunaan jumlah bata ringan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Hal ini didasari oleh signifikansi pengurangan berat bangunan tanpa mengorbankan kekuatan, memungkinkan pengurangan beban mati yang sangat bermanfaat untuk alasan struktural, untuk pengurangan dimensi besar tulangan baja pada bangunan (Siram, 2012). Selain itu keuntungan aplikasi pada dinding yang memerlukan isolasi yang baik (Neville & Brooks, 2010). Bata ringan bersifat '*thermal insulation*' yang mampu menahan panas dan terik matahari diluar ruangan, ruangan lebih sejuk dibandingkan dengan dinding bata konvensional meskipun tanpa alat pendingin udara. Karena bata ringan selain kedap udara, juga kedap air, sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan air pada bangunan yang dalam hal ini akan memberikan kenyamanan tersendiri untuk tempat tinggal dan tempat beraktifitas dan mempunyai ketahanan yang baik terhadap gempa bumi (Light Concrete, 2003). Hal ini dikuatkan oleh R2 bahwa menggunakan bata ringan dapat menambah nilai propertinya, seperti untuk fungsi hunian, bata ringan membuat nilai jual menjadi sedikit lebih tinggi.

#### 6. Penggunaan Panel Surya sebagai tenaga listrik mandiri

Aspek *green building* selanjutnya adalah penggunaan panel surya untuk sistem tenaga listrik mandiri yang berpengaruh negatif terhadap peningkatan biaya konstruksi sebesar -0,119, yang artinya penggunaan panel surya yang semakin banyak jumlahnya, peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil, dan semakin sedikit jumlah penggunaan panel surya maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar. Hasil ini dapat dijelaskan seperti berikut, sesuai dengan kajian pustaka yang menyatakan bahwa penggunaan sistem ini akan meningkatkan biaya di awal untuk penambahan material dan alat pendukung panel tersebut, karena memerlukan sistem dan instalasi khusus agar dapat panel terpasang dan digunakan (BCA, 2010). Athienitis & Santamouris (2002) menyatakan bahwa

pemasangan solar panel akan berubah menjadi pengaplikasian yang efektif untuk memberikan tenaga pada bangunan dan alat yang berlokasi jauh dari letak grid eksistingnya apabila sistem ini terintegrasi dengan selubung bangunannya (*building envelope*) seperti pada atap ataupun jendela, sehingga dapat menghemat biaya untuk sistem dan instalasinya. Mayoritas responden yang diwakili R2 berpendapat bahwa pemakaian panel surya pada bangunan tinggi akan sangat mahal, dari sistem pemasangan dan harga panelnya. Selain itu juga mereka berpendapat bahwa energi yang dihasilkan tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan energi pengguna bangunan tersebut.

Penggunaan panel surya berpengaruh searah (0,230) pada penurunan biaya operasionalnya. Semakin banyak jumlah penggunaan panel surya, maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar, dan semakin sedikit jumlah penggunaan panel surya, maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil. Menurut O'Mara dan Bates (2012) manfaat nyata dari penggunaan ini adalah pada penurunan tagihan listriknya. Selain itu dalam BCA (2010) untuk perawatan panel surya, tipikalnya dilakukan sekali setahun untuk mengecek korosi sistem, kerusakan fisik, atau masalah potensial lain dan kebanyakan perawatan merupakan monitoring performa sistem. Hasil penelitian ini disetujui oleh responden, yang dikuatkan oleh R3 bahwa nantinya penggunaan panel surya bila benar-benar dimanfaatkan dengan baik akan menghemat penggunaan listrik dari PLN.

Penggunaan panel surya terhadap peningkatan nilai properti berpengaruh positif untuk peningkatan nilai propertinya meskipun sangat rendah (0,074). Yang artinya semakin banyak jumlah penggunaan panel surya, maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar dan semakin sedikit jumlah penggunaan panel surya, maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Penurunan biaya operasionalnya. Menurut BCA (2010) Instalasi sistem *Photovoltaic* (PV) atau panel surya pasti dapat meningkatkan daya tarik sebuah bangunan, sebagai media promosi. PV membuat citra ramah lingkungan pada perusahaan sehingga dapat menarik calon konsumen pada produk yang ditawarkan (Contreas dkk, 2008). Keunggulan lain adalah juga mengurangi jejak karbon bangunan karena menghasilkan listrik tanpa memancarkan apapun gas rumah kaca atau polutan lainnya BCA (2010). Dari hasil Mayoritas responden setuju dengan hasil ini, seperti

R2 yang berpendapat bahwa panel surya dengan harga yang sangat mahal pasti dapat meningkatkan nilai propertinya, dengan cara melihat fungsi dan efisiensi dari panel surya ini sendiri sebagai penghasil energi listrik mandiri.

#### 7. Penggunaan sistem Penerangan pintar (sensor gerak/lux)

Selain panel surya, konsep penghematan energi lain adalah pada penggunaan sistem penerangan pintar yang berpengaruh positif pada peningkatan biaya konstruksinya sebesar 0,074. Yang berarti semakin banyak jumlah penggunaan sistem lampu otomatis ini, maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar. Dan semakin sedikit jumlah penggunaan system ini, maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan SBT (2015) dan penelitian oleh Lawrence Berkeley National Laboratory dalam E-Source (2005) yang mengungkapkan bahwa penggunaan sistem pencahayaan modern memerlukan biaya yang lebih tinggi daripada sistem pencahayaan konvensional, karena sistem pencahayaan yang kompleks dan modern biasanya termasuk terintegrasi dalam sistem otomatisasi untuk bangunan pintar dan harga dipasaran yang masih jauh lebih mahal dari sistem konvensional. Mayoritas responden juga menyetujui peningkatan ini, karena sistem untuk aplikasinya lebih mahal daripada sistem pencahayaan konvensional.

Penggunaan sistem penerangan pintar berpengaruh positif pada penurunan biaya operasionalnya, sebesar 0,227 yang berarti semakin banyak penggunaan sistem ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar dan semakin sedikit penggunaan sistem ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil. Hasil ini sesuai dengan konsep penerapan sistem pencahayaan buatan dapat menghemat pemakaian energi listrik dengan menggunakan sistem penerangan pintar (Kubba, 2010; GREENSHIP, 2015). Hal ini dikuatkan oleh KMC Controls (2011), meskipun tidak ada angka pasti, secara umum diperkirakan penghematan energi yang dihasilkan mencapai 10-30%, melalui pengontrolan yang dijadwalkan sendiri. Menggunakan penghuni untuk mengontrol sistem juga masih dapat membuat penghematan. Sebenarnya penghematan energi dari sensor gerak bervariasi cukup besar (Sensors Save A Lot, Filed Tests Show dalam Lighting Research Center, 1997), dan rata-rata penghematannya adalah 30% untuk

perkantoran pribadi. Hal ini disetujui oleh mayoritas responden, seperti R1 yang menyatakan untuk bangunan-bangunan di Surabaya berskala besar pemakaian sistem otomatis ini akan lebih efektif untuk menghemat biaya listriknya, seperti pada perkantoran dan mall.

Penggunaan sistem penerangan pintar berpengaruh positif pada peningkatan nilai propertinya, sebesar 0,181 yang artinya semakin banyak jumlah penggunaan sistem penerangan pintar maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar. Dan semakin sedikit jumlah penggunaan sistem ini maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Hasil ini didukung oleh produktivitas pengguna yang dapat meningkat dengan pengoptimalan iklim dalam ruang, dan perlindungan investasi jangka panjang karena fleksibilitas maksimum, mempunyai kehandalan bersertifikat dan usia penggunaan yang panjang (SBT, 2015). Selain itu EMS (2015) melaporkan dengan menurunnya biaya utilitas dari penggunaan sistem otomatisasi ini, di Amerika pendapatan operasional akan meningkat. Setiap \$0,10/ft<sup>2</sup> disimpan dalam energi dapat meningkatkan nilai pasar properti oleh \$0,80/ft<sup>2</sup>. Mayoritas responden menyetujuinya, seperti diungkapkan R1 dan R2 sistem penerangan pintar termasuk media promosi dan strategi untuk menonjolkan produk properti yang dibuat dibandingkan dengan bangunan konvensional.

#### 8. Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV

Penggunaan AC VRV berpengaruh berlawanan pada peningkatan biaya konstruksinya, sebesar -0,369 yang artinya semakin banyak jumlah unit AC VRV yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Dan semakin sedikit jumlah unit AC VRV yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar. Hasil ini berbeda dengan temuan Goetzler (2007) pada penelitiannya yang menyatakan Jumlah biaya pemasangan sistem VRV berkisar 5% sampai 22% lebih tinggi daripada *chilled water* dengan kapasitas setara. Hal ini juga dipengaruhi oleh tarif impor yang tinggi pada VRV. Goetzler (2007) menambahkan semua perkiraan ini berlaku untuk konstruksi baru. Namun banyak responden yang tidak sependapat dengan hasil ini, menurut salah satu responden, R3 dari segi biaya ac tipe VRV sangat jauh berbeda dengan ac split biasa. Salah satu faktor yang membuat ac VRV lebih mahal adalah sistem kerja

kompresor dan sistem pemipaan yang lebih kompleks.

Penggunaan AC VRV berpengaruh searah pada penurunan biaya operasionalnya, sebesar 0,335 yang artinya semakin banyak jumlah penggunaan AC dengan sistem VRV maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar. Dan semakin sedikit jumlah penggunaan AC dengan sistem VRV maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan konsep sebelumnya, bahwa watt yang digunakan AC ini lebih rendah dari AC konvensional sehingga dapat menghemat energi listrik. Selain itu AC type VRV akan lebih mudah untuk perawatan karena sistemnya yang sentralisasi (Daikin, 2015). Menurut Fisk (1998) dalam Goetzler (2007) penghematan terjadi pada efisiensi *ducting* yang digunakan, dan kecepatan variabel disetiap unit kondensasi yang membuat pembagian beban lebih efisien sehingga dapat menghemat energi yang digunakan. Mayoritas responden setuju dengan hasil ini, seperti R1 dan R2 yang mengungkapkan bahwa sistem ini akan lebih efisien untuk bangunan komersial seperti gedung perkantoran atau mall.

Penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV berpengaruh positif namun sangat rendah pada peningkatan nilai propertinya, sebesar 0,045. Yang artinya semakin banyak jumlah penggunaan sistem AC VRV dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar. Dan semakin sedikit jumlah penggunaan sistem AC VRV ini maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Hal ini didukung penggunaan AC dengan sistem VRV yang lebih fleksibel dalam desain, penempatan lokasinya, dan dapat menghindari unit yang menonjol yang dapat merusak keindahan ruang (Goetzler, 2007; Amanarth&Blatt, 2008). Juga merekonfigurasi ruang yang lebih mudah (Amanarth & Blatt, 2008). Selain itu konsep AC yang mengusung konsep ramah lingkungan merupakan citra yang sangat kuat (Kubba, 2010) sebagai media promosi. R2 menambahkan bahwa bagi para pengembang peningkatan nilai properti dengan AC VRC masih kurang dipertimbangkan.

#### 9. Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang untuk irigasi taman dan *flush* toilet

Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang ini berpengaruh positif yang kuat pada peningkatan biaya konstruksinya, sebesar 0,724 yang artinya semakin

besar ukuran sistem pengolahan air yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin tinggi, dan semakin kecil ukuran sistem pengolahan air yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan pernyataan oleh GWAD (2010) bahwa biaya awal pemasangan sistem ini membutuhkan biaya awal yang lebih tinggi karena perlunya penambahan sistem baru dan pada proyek dan pengaturan sistem *greywater* dan peralatan plumbing yang akan digunakan. Mayoritas responden cenderung setuju dengan hasil penelitian, seperti yang diungkapkan oleh R1 dan R2 biayanya akan mahal pada pompa air dan sistem perpipaan yang digunakan untuk mengalirkan air ke kamar mandinya.

Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang ini berpengaruh negatif pada penurunan biaya operasionalnya (-0,170) yang artinya semakin besar sistem pengolahan air daur ulang yang digunakan maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil dan semakin kecil sistem pengolahan air daur ulang yang digunakan maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar. Hal ini disetujui oleh temuan Kubba, (2010) yang menyatakan pada saat operasional pun sistem ini memerlukan energi yang cukup besar, apalagi untuk mengalirkan air daur ulang untuk flush toilet pada bangunan tinggi terutama karena penggunaan pompanya (Environtmental Agency, 2010). Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh R3 bahwa penggunaan sistem ini di bangunan tinggi akan meningkatkan penggunaan energi listriknya untuk mengolah dan memompa air-air tersebut, karena sistem ini berukuran cukup besar sehingga justru akan menambah biaya pada operasional dan ketika perawatan nantinya. Sehingga di Surabaya masih sedikit bangunan tinggi yang menggunakan sistem air daur ulang.

Penggunaan sistem pengolahan air daur ulang ini berpengaruh positif pada peningkatan nilai propertinya sebesar 0,027, yang artinya semakin besar penggunaan sistem pengolahan air daur ulang dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar dan semakin kecil penggunaan sistem pengolahan air daur ulang dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil pula. Bangunan menjadi lebih ramah lingkungan dengan mengendalikan limbah buangan yang dikeluarkan (Kubba, 2010). Menurut Garrison dan Hobbs (2011) dalam NRDC (2013) Manfaat lain terhadap lingkungan

seperti menyejukkan dan membersihkan udara, mengurangi biaya energi pemanasan dan pendinginan, memperindah lingkungan sekitar, juga mengurangi asma dan penyakit yang berhubungan dengan panas. Penggunaan sistem ini dapat mengurangi penggunaan air dan lebih hemat ditinjau dari hasil produk, seperti pengurangan air dan biaya pupuk (Faruqui dalam Morel & Diener, 2006). Studi kasus yang diambil di Israel, ROI dari penggunaan manajemen *greywater* berkisar 3 tahun dan dianggap menarik secara ekonomi (Gross, et al, 2006a). Hal ini seperti diungkapkan oleh R1 bahwa penggunaan sistem pengolahan air tersebut sangat mahal pada operasional, sehingga masih sangat sedikit bangunan tinggi yang menggunakan sistem pengolahan air ini di Surabaya, seperti Ciputra World yang telah mengaplikasikan sistem ini untuk penyiraman toilet.

#### 10. Penggunaan material kaca *Low-e*

Penggunaan material kaca *Low-e* memiliki pengaruh berlawanan pada peningkatan biaya konstruksi sebesar -0,594, yang artinya semakin luas/banyak kaca *Low-e* yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Dan semakin sedikit kaca *Low-e* yang digunakan maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar. Hal ini didukung oleh lembaga Glass For Europe (2011) yang melaporkan bahwa di negara-negara Eropa, melaporkan investasi tambahan yang diperlukan untuk menggunakan kaca *Low-e* dibanding kaca biasa rata-rata kurang dari 0,3% dari biaya pembangunan hunian baru, dan biaya tambahan telah menurun jauh selama sepuluh tahun terakhir. Namun hasil ini tidak sesuai dengan temuan yang ada di Surabaya, seperti R2 yang menyatakan bahwa harga kaca *Low-e* jauh lebih mahal daripada *clear glass* pada umumnya yang bisa mencapai 5- 10 kali lipat harga kaca *clear glass*.

Penggunaan material kaca *Low-e* berpengaruh positif pada penurunan biaya operasionalnya sebesar 0,177. Nilainya positif yang artinya semakin luas/banyak pemakaian kaca ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar, dan semakin sedikit pemakaian kaca ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil. Hasil ini sesuai dengan BCA (2010), yang menyatakan bahwa SC yang kecil yang dimiliki oleh kaca *Low-e* dapat mengakibatkan beban panas eksternal akan semakin kecil sehingga akan lebih efisien untuk pemakaian penyejuk

udaranya, yang dapat membuat penurunan *cooling load* dalam bangunan turun hingga mencapai 30%, sehingga dapat mereduksi penggunaan energi AC (Muneer dkk, 2000; Kubba, 2010). Hasil ini sesuai dengan penelitian Sugiyanto dalam Samudro (2010) yang juga menyatakan bahwa penggunaan AC di gedung perkantoran dengan penggunaan kaca Low-E. Namun berbeda pendapat dengan R1 yang menyatakan bahwa kaca Low-E memang dapat mereduksi panas, namun pengembang di Surabaya masih kurang memperhatikan penggunaan kaca ini, karena masih terpaku pada penggunaan AC untuk membuat suasana dalam ruang yang nyaman dan terkendala dengan biaya kaca yang mahal.

Begitupun dengan penggunaan kaca ini terhadap peningkatan nilai propertinya yang berpengaruh searah sebesar 0,303 yang artinya semakin banyak penggunaan kaca *Low-e* dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar, dan semakin sedikit penggunaan kaca *Low-e* dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Peningkatan nilai properti dari penggunaan kaca ini antara lain karena dapat mengurangi masalah kondensasi pada batas jendela, fleksibilitas yang lebih besar bagi arsitek, desainer dan penggunanya (Muneer dkk, 2000). Juga sebagai media promosi peduli lingkungan (Kubba, 2010). Hal ini disetujui oleh R1 dan R3 yang menyatakan penggunaan kaca Low-E dapat digunakan sebagai strategi penjualan propertinya, yaitu menjual konsep ramah lingkungan pada bangunannya.

#### 11. Penggunaan cat dinding rendah VOC

Penggunaan cat dinding rendah VOC berpengaruh negatif pada peningkatan biaya konstruksinya, sebesar -0,0015 yang artinya semakin banyak cat yang digunakan, maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil, dan semakin sedikit cat yang digunakan, maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar. Namun hasil ini tidak sesuai dengan Laporan EPA (2007) yang menyatakan bahwa biaya yang digunakan untuk cat dinding rendah VOC, pasti minimal akan lebih mahal karena kualitas cat adalah faktor utama dalam harga, harganya masih cukup tinggi karena dipasaran masih belum umum tersedia. Hal ini disebabkan perubahan dari campuran pada komposisi catnya. Responden yang diwakili R1 menyatakan bahwa penggunaan cat ini pada bangunan tinggi di

Surabaya khususnya masih kurang dipertimbangkan dampaknya bagi pengguna, selain karena harganya yang lebih mahal dibanding cat biasa.

Penggunaan cat dinding rendah VOC berpengaruh negatif pada penurunan biaya operasionalnya sebesar -0,370 yaitu semakin banyak jumlah penggunaan cat ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil, dan semakin sedikit jumlah penggunaan cat ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar. Namun hasil ini tidak sesuai dengan Kubba (2010) bahwa cat ini memiliki ketahanan dan tidak penggunaan cat ini tidak terlalu mempengaruhi operasional pada bangunan tinggi, namun untuk perawatannya bisa lebih diminimalkan karena ketahanan cat. Menurut R3, di Surabaya pemakaian cat dinding yang berlabel rendah VOC pada bangunan tinggi oleh pengembang ini masih kurang dipertimbangkan.

Namun penggunaan cat rendah VOC berpengaruh positif pada peningkatan nilai properti sebesar 0,320. Meski tergolong berpengaruh lemah, semakin banyak penggunaan cat dinding rendah VOC dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar, dan semakin sedikit penggunaan cat dinding rendah VOC dalam bangunan maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Dengan memilih material dengan level lebih rendah atau tidak ada VOC, salah satunya dengan pemakaian cat dinding, maka masalah kesehatan akan dapat dihindari dan kebutuhan akan pembersih udara berkurang (Kim & Rigdon, 1998). Hal ini disetujui oleh temuan Boyd (2003) bahwa salah satu penggunaan ruang dalam yang nyaman dapat meningkatkan produktivitas pegawainya. R2 sependapat dengan hasil ini, namun R2 menambahkan di Surabaya pengembang masih kurang tertarik dengan pemakaian cat ini, khususnya pada gedung apartemen dimana konsumen biasanya tidak memperhatikan jenis cat yang digunakan dan lebih pada fasilitasnya.

## 12. Penggunaan *green roof/roof garden*

Untuk penggunaan *green roof/roof garden* berpengaruh searah pada peningkatan biaya konstruksinya sebesar 0,099 yang berarti semakin banyak jumlah penggunaan *green roof* maka peningkatan biaya konstruksinya akan semakin besar, dan semakin sedikit jumlah penggunaan *green roof* maka

peningkatan biaya konstruksinya akan semakin kecil. Hal ini dapat dijelaskan bahwa instalasi *Green roof* tidaklah murah (Froeschle, 1999; Yudelson, 2007, BCA, 2010), membuat *green roof* membutuhkan perencanaan yang cermat karena membutuhkan tangki air, menara pendingin, ruang menanam, dll. Biaya tipikalnya berkisar dari \$10 - \$20 /ft<sup>2</sup> (Froeschle, 1999) atau sekitar 1% dari total biaya proyek (Yudelson, 2007). Hal ini banyak disetujui oleh para responden, seperti R2 yang menyatakan bahwa untuk membuat sistem *green roof/roof garden* diperlukan sistem khusus agar tidak ada air yang merembes pada atap dan lantainya, sehingga membutuhkan biaya yang sangat mahal untuk diaplikasikan pada bangunan tinggi.

Penggunaan *green roof/roof garden* berpengaruh rendah pada penurunan biaya operasionalnya sebesar 0,365. Semakin luas/banyak pengaplikasian dari *green roof* ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin besar. Dan semakin sedikit pengaplikasian dari *green roof* ini maka penurunan biaya operasionalnya akan semakin kecil. Hasil ini sesuai dengan pendapat dari Kubba (2010) yang menyatakan bahwa *green roof* dapat meningkatkan kualitas insulasi dan menurunkan temperatur, hingga 10 derajat (BCA, 2010), yang berarti mengurangi kebutuhan pendinginan, menghemat energi dan uang. Selain itu penggunaan *green roof* yang berusia lebih lama dari atap konvensional juga berpengaruh pada penghematan biaya perawatannya (NRDC, 2013). Untuk berapa besar penghematan pada biaya pendinginan tergantung pada ukuran dan tipe dari *green roof* (Kubba, 2010). Hal ini disetujui oleh R3 yang menyatakan bahwa lantai dibawah *green roof* ini memang akan terasa lebih dingin dibandingkan yang tanpa menggunakan *green roof*, karena taman tersebut dapat mengurangi dampak *heat island effect* disekitarnya, sehingga penggunaan AC dapat diminimalkan.

Penggunaan *green roof/roof garden* berpengaruh searah pada peningkatan nilai properti sebesar 0,296. Yang artinya semakin besar/luas penggunaan sistem *green roof* maka peningkatan nilai propertinya akan semakin besar dan Semakin sedikit penggunaan sistem *green roof* maka peningkatan nilai propertinya akan semakin kecil. Penggunaan *green roof/roof garden* dapat meningkatkan nilai properti dan jual pembangunan, dengan cara difungsikan sebagai ruang publik untuk digunakan sebagai ruang komunal dan hiburan, yang dapat menjadi tempat

rekreasi dan mungkin berisi area maka *outdoor*, kolam renang, dek observasi dan lain-lain yang dapat meningkatkan nilai ekonomi pada bangunan tersebut (BCA, 2010). Selain itu *green roof* juga dapat mengurangi polusi suara disekitar bangunan (Kubba, 2010) dan juga meningkatkan kualitas udara disekitarnya Castleton dkk (2010). Hal ini disetujui R3, bahwa *green roof* mampu meningkatkan nilai jual bangunan dengan mengangkat citra bangunan ramah lingkungan. Selain itu pemanfaatan untuk area komersial seperti *sky dining* juga dapat meningkatkan nilai propertinya.

Berdasarkan hasil diskusi & analisa yang dilakukan, pengaruh penerapan *green building* terhadap investasi pada bangunan tinggi di Surabaya yang ditinjau dari segi peningkatan biaya konstruksi, penurunan biaya operasional&perawatan dan peningkatan nilai propertinya dari aspek desain dan materialnya dapat terlihat rangkumannya seperti pada Tabel 4.1.

Dari 12 kriteria penerapan *green building* pada bangunan tinggi, aspek yang memiliki pengaruh positif atau searah pada peningkatan biaya konstruksinya di Surabaya menurut praktisi pengembang real estate adalah bentukan massa bangunan yang tipis secara horizontal, arah area bukaan pencahayaan alami yang lebih banyak di sisi Utara-Selatan, penggunaan *secondary skin*, penggunaan sistem penerangan pintar (sensor gerak/lux), penggunaan sistem pengolahan air daur ulang untuk flush & irigasi, juga penggunaan *green roof*. Untuk penggunaan bentukan massa bangunan tipis secara vertikal, penggunaan dinding bata ringan, penggunaan bata ringan, penggunaan panel surya, penggunaan AC VRV, penggunaan kaca Low-E dan cat dinding rendah VOC memberikan pengaruh negatif atau berlawanan pada peningkatan biaya konstruksinya.

Biaya operasional & perawatan pada bangunan tinggi berkonsep *green building* menurut praktisi pengembang di Surabaya dapat diturunkan atau bernilai positif dengan bentukan massa bangunan yang tipis secara vertikal maupun horizontal, penggunaan *secondary skin*, penggunaan panel surya, penggunaan sistem penerangan pintar, penggunaan AC VRV, penggunaan kaca Low-E dan penggunaan *green roof*. Sedangkan arah bukaan pada sisi Utara-Selatan, penggunaan dinding bata ringan, penggunaan sistem air daur ulang dan penggunaan cat rendah VOC memberikan pengaruh negatif atau berlawanan bagi penurunan

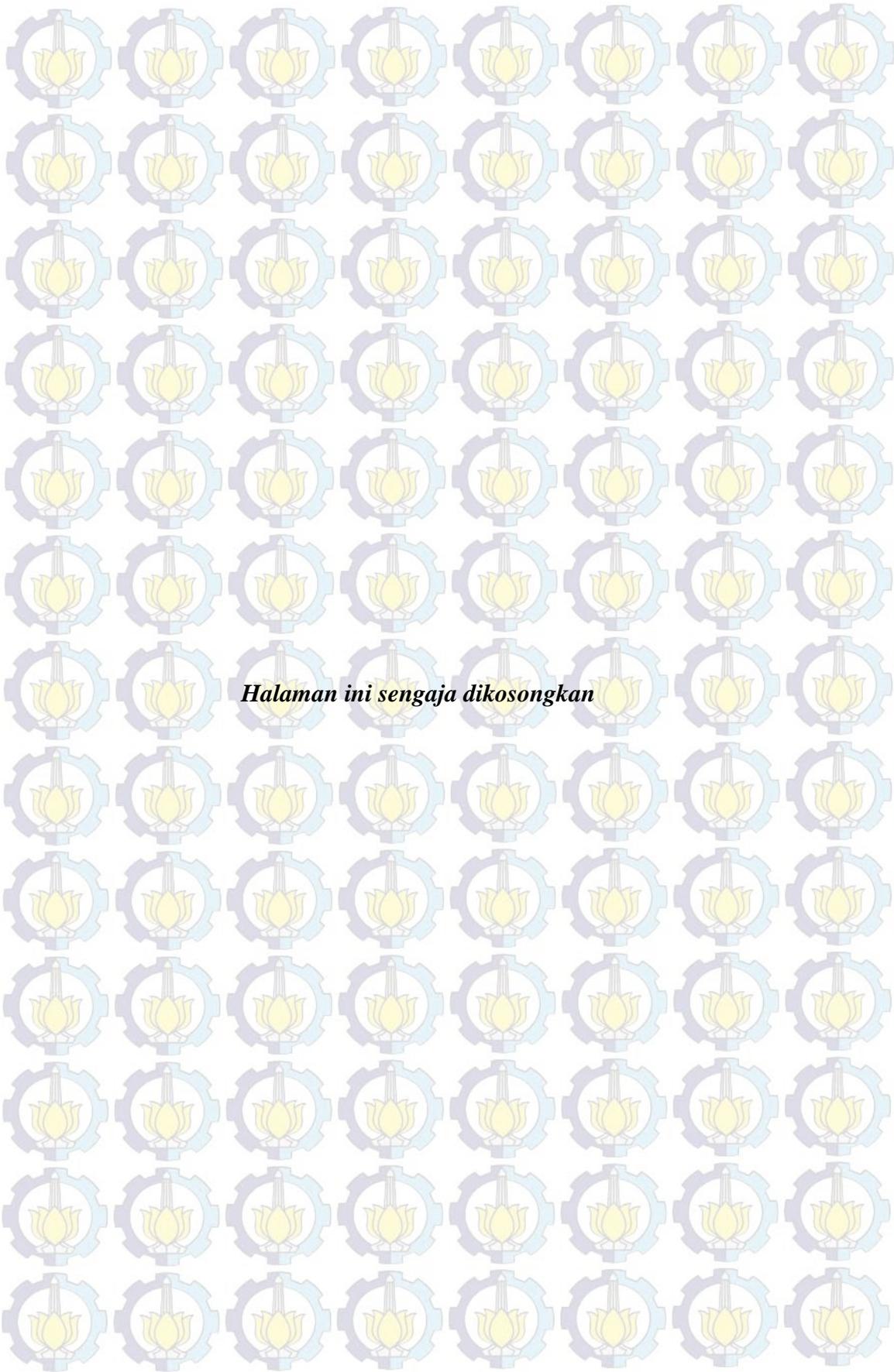
operasionalnya.

Peningkatan nilai properti pada bangunan tinggi berkonsep *green building* menurut praktisi pengembang di Surabaya dapat dinaikkan dengan penggunaan hampir keseluruhan dari 12 variabel *green building*, kecuali penggunaan bentuk massa bangunan yang tipis secara vertikal dan arah area bukaan alami yang lebih banyak disisi Utara-Selatan.

Tabel 4.1 Pengaruh Penerapan konsep *Green Building* pada Peningkatan Biaya Konstruksi, Penurunan Biaya Operasional dan Peningkatan Nilai Properti.

No	VARIABEL	Peningkatan Biaya Konstruksi	Penurunan Biaya Operasional	Peningkatan Nilai Properti
1	Desain bentuk massa bangunan tipis secara <b>vertikal</b>	●	●	●
2	Desain bentuk massa bangunan tipis secara <b>horizontal</b>	●	●	●
3	<b>Arah area bukaan alami</b> lebih banyak disisi utara-selatan	●	●	●
4	Penggunaan selubung bangunan dengan <b>secondary skin</b>	●	●	●
5	Penggunaan material ramah lingkungan dengan <b>bata ringan</b>	●	●	●
6	Penggunaan <b>panel surya</b> (PV)	●	●	●
7	Penggunaan sistem <b>sitem penerangan pintar</b>	●	●	●
8	Penggunaan <b>AC</b> hemat energi dengan <b>VRV</b> system	●	●	●
9	Penggunaan <b>sistem air daur ulang</b>	●	●	●
10	Penggunaan <b>kaca</b> arsitektural <b>Low-e</b>	●	●	●
11	penggunaan material yang <b>rendah VOC</b> pada <b>cat dinding</b>	●	●	●
12	Penggunaan <b>green roof</b>	●	●	●

● menunjukkan pengaruh yang searah. ● menunjukkan pengaruh yang berlawanan.



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu pengaruh penerapan aspek-aspek *green building* terhadap investasinya pada bangunan tinggi di Surabaya. Dari hasil penelitian diketahui berdasarkan praktisi pengembangan properti/majamen konstruksi di Surabaya bahwa peningkatan nilai properti pada bangunan tinggi di Surabaya dapat terjadi dengan penurunan biaya operasional&perawatan dan peningkatan biaya konstruksinya, seperti menggunakan desain bentukan masa bangunan tipis secara horizontal, selubung bangunan dengan *secondary skin*, sistem penerangan pintar (motion/lux sensor), dan penggunaan *green roof*.

Peningkatan nilai properti pada bangunan tinggi di Surabaya juga dapat terjadi dengan penurunan biaya operasional&perawatan dan biaya konstruksi yang tidak meningkat dengan penggunaan panel surya, penggunaan AC hemat energi dengan sistem VRV, dan penggunaan kaca arsitektural Low-E. Namun penggunaan aspek arah area bukaan alami yang lebih banyak disisi Utara-Selatan akan membuat nilai properti tidak meningkat, biaya kontruksi akan meningkat dan biaya operasional yang tidak turun.

Peningkatan nilai properti pada bangunan tinggi akan terjadi meskipun tidak terjadi penurunan biaya operasional dan biaya konstruksi yang tidak meningkat dengan penggunaan bata ringan sebagai dinding dan penggunaan cat dinding rendah VOC.

### 5.2 Keterbatasan Penelitian

Adanya keterbatasan luas jangkauan populasi responden penelitian yang dijadikan sumber data penelitian. Peneliti yang kurang menguasai lingkup populasi menjadi terbatas pada responden yang didapatkan dari metode *snowball sampling* yang kurang menggambarkan empiris populasi yang sesungguhnya.

Konsep penelitian yang membahas mengenai pengaruh penerapan aspek *green building* ini tergolong masih general, pada bangunan tinggi. Tidak

dispesifikkan pada fungsi bangunan, seperti hunian/aprtemen, hotel atau kantor. Sehingga pertimbangan pada responden dalam menjawab pertanyaan kuisisioner masih sangat umum dan belum spesifik. Namun disisi lain, temuan dalam penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang dapat menguatkan konsep pada peningkatan biaya oleh Kats (2003b) yang menyatakan rata-rata biaya awal untuk bangunan hijau meningkat sekitar 2% dibanding bangunan biasa pada obyek gedung perkantoran dan sekolah. Hadas dkk (2014) dan studi McGraw-Hill dalam O'Mara dkk (2012) yang juga menyatakan biaya konstruksinya naik dari 0 hingga 10,9%. Memberikan kontribusi pada penguatan konsep penurunan biaya operasional & perawatan yang diperoleh dari menggabungkan ketahanan material dan desain yang memperpanjang umur sistem bangunan dan bangunan itu sendiri (Kubba, 2010), penghematan energi untuk operasionalnya dari 10-15% (Berkeley dalam Yudelson, 2008) juga memperjelas nilai properti seperti pada penelitian Schuman (2010) dan Eichholtz, dkk (2010) dan Falkenbach, dkk (2010).

### 5.3 Saran

Saran yang disampaikan lebih kepada sebuah penelitian lanjutan untuk mencapai kesimpulan yang lebih baik dan mendalam. Dalam penelitian ini penulis hanya mengidentifikasi kriteria *green building* pada aspek desain dan materialnya saja. Terdapat banyak proses yang perlu diteliti untuk mengetahui lebih dalam terkait aspek-aspek *green building* yang mempengaruhi investasi. Seperti studi lanjutan mengenai permodelan yang lebih tepat untuk mencari tahu faktor-faktor yang berpengaruh pada investasi, dengan penentuan populasi yang lebih luas agar ketepatan data yang didapat semakin akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2006). *The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*. Canada: ASHRAE Press.
- Amanarth, A., Blatt, M. (2008). *Variable Refrigerant Flow: An Emerging Air Conditioner and Heat Pump Technology*. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- Athienitis, A., & Santamouris, M. (2002). *Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings*. London: James & James (Science Publishers) Ltd.,
- Building and Construction Authority Singapore (BCA). (2010). Building Planning and Massing. Singapore: The Centre for Sustainable Buildings and Construction, Building and Construction Authority.
- Berita satu. (2013). Pentingnya Properti Hijau untuk Hemat Energi. (Press release), 1 Mei 2013. Tersedia dari <http://www.beritasatu.com/properti/111178-pentingnya-properti-hijau-untuk-hemat-energi.html> (diakses 15 Juli 2014 pukul 19:09 WIB)
- Berita satu. (2013). Konsep hijau sinar mas land berbuah manis. (Press release), 02 Oktober 2013. Tersedia dari <http://www.beritasatu.com/properti/141712-konsep-hijau-sinar-mas-land-berbuah-manis.html> (diakses 15 Juli 2014 pukul 20.01 WIB)
- Blesscon. (2015). Keuntungan menggunakan bata ringan. Tersedia dari <http://www.blesscon.co.id/produk> (diakses 11 maret 2015)
- Building Owners and Managers Association International (BOMA). (2015).
- Boyd, T. (2003). Evaluating the impact of sustainability on investment Property Performace, *Pacific Rim Property Research Journal*. Vol 12, No. 3 2003. Frankfurt.
- Castleton, H., Stovin, V., Beck, S., & Davison, J. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings Elsevier B.V.* Vol. 42, 1582-1591.
- Citicon. (2015). Bata Ringan. Tersedia dari <http://www.bataciticon.com/module=products> (diakses 15 april 2015)
- Clarke, J.L. (1993). *Structural Lightweight Aggregate Concrete* (First Edition). Glasgow: Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishop Briggs.
- Climate Techbook. (2011). Building Envelope. [http://www.c2es.org/technology/factsheet/Building Envelope](http://www.c2es.org/technology/factsheet/Building%20Envelope). Center for Climate And Energy Solutions.
- Contreas, J., Frantzis, Blazewicz, S., Pinault, D., & Sawyer H. (2008). *Photovoltaics Value Analysis*. National Renewable Energy Laboratory. Massachusetts.
- Coulis, M. (2009). Maintaining Facade & Envelope Integrity. Tersedia dari <http://www.buildings.com/article-details/articleid/9024/titlemaintaining-facade-envelope-integrity.aspx> (Diakses 14 mei 2015)
- Cristensen, P. (2012). *Key Strategies Of Sustainable Real Estate Decision-Making In The United States: A Delphi Study Of The Stakeholders*. Ph.D. Disertasi. Clemson University., Clemson.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASHRAE. (2006). *The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*. Canada: ASHRAE Press.
- Amanarth, A., Blatt, M. (2008). *Variable Refrigerant Flow: An Emerging Air Conditioner and Heat Pump Technology*. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.
- Athienitis, A., & Santamouris, M. (2002). *Thermal Analysis and Design of Passive Solar Buildings*. London: James & James (Science Publishers) Ltd.,
- Building and Construction Authority Singapore (BCA). (2010). *Building Planning and Massing*. Singapore: The Centre for Sustainable Buildings and Construction, Building and Construction Authority.
- Berita satu. (2013). Pentingnya Properti Hijau untuk Hemat Energi. (Press release), 1 Mei 2013. Tersedia dari <http://www.beritasatu.com/properti/111178-pentingnya-properti-hijau-untuk-hemat-energi.html> (diakses 15 Juli 2014 pukul 19:09 WIB)
- Berita satu. (2013). Konsep hijau sinar mas land berbuah manis. (Press release), 02 Oktober 2013. Tersedia dari <http://www.beritasatu.com/properti/141712-konsep-hijau-sinar-mas-land-berbuah-manis.html> (diakses 15 Juli 2014 pukul 20.01 WIB)
- Blesscon. (2015). Keuntungan menggunakan bata ringan. Tersedia dari <http://www.blesscon.co.id/produk> (diakses 11 maret 2015)
- Building Owners and Managers Association International (BOMA). (2015).
- Boyd, T. (2003). Evaluating the impact of sustainability on investment Property Performace, *Pacific Rim Property Research Journal*. Vol 12, No. 3 2003. Frankfurt.
- Castleton, H., Stovin, V., Beck, S., & Davison, J. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings Elsevier B.V.* Vol. 42, 1582-1591.
- Citicon. (2015). Bata Ringan. Tersedia dari <http://www.bataciticon.com/module=products> (diakses 15 april 2015)
- Clarke, J.L. (1993). *Structural Lightweight Aggregate Concrete* (First Edition). Glasgow: Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, Wester Cleddens Road, Bishop Briggs.
- Climate Techbook. (2011). *Building Envelope*. [http://www.c2es.org/technology/factsheet/Building Envelope](http://www.c2es.org/technology/factsheet/Building%20Envelope). Center for Climate And Energy Solutions.
- Contreas, J., Frantzis, Blazewicz, S., Pinault, D., & Sawyer H. (2008). *Photovoltaics Value Analysis*. National Renewable Energy Laboratory. Massachusetts.
- Coulis, M. (2009). *Maintaining Facade & Envelope Integrity*. Tersedia dari <http://www.buildings.com/article-details/articleid/9024/titlemaintaining-facade-envelope-integrity.aspx> (Diakses 14 mei 2015)
- Cristensen, P. (2012). *Key Strategies Of Sustainable Real Estate Decision-Making In The United States: A Delphi Study Of The Stakeholders*. Ph.D. Disertasi. Clemson University., Clemson.

- Daikin. (2015). VRV. Tersedia dari <http://www.daikin.com/products/ac/lineup/vrv/> (diakses 4 maret 2015).
- Davis Langdon. (2010). *The Road to Green Property*. Ver. 2. Sydney: Davis Langdon Press.
- Decopaint. (2002). *Study on the Potential for Reducing Emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) due to the Use of Decorative Paints and Varnishes for Professional and Non-professional Use*, Study made for the European Commission, DG Environment.
- Dixon, A.M., Butler, D. & Fewkes, A. (1999). Guidelines for greywater re-use: Health issues. *Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management*. Vol.13: p322-326.
- Economy okezone. (2011). Green Property Laris Selama 2011, <http://economy.okezone.com/read/2011/12/19/471/544122/green-property-laris-selama-2011>, dikutip pada 3 Mei 2015 pukul 15:31 WIB.
- Eichholtz, P., Kok, N., dan Quigley, J.M. (2010). The Economics of Green Buildings. University of California. Berkeley Program on Housing and Urban Policy Working Paper W10-003.
- Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia (EECCH), (2012). *Buku Pedoman Energi Efisiensi; untuk Desain Bangunan Gedung di Indonesia*. Edisi Pertama. Energy Efficiency and Conservation Clearing House Indonesia di bawah Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia.
- Energy Management Solutions (EMS). (2015). *Benefits of Building Automation Systems*. Energy Management Solutions. Maryland, US.
- E-Source Companies. (2005). *Wireless Controls for Building Automation*. E-Source Companies LLC. US.
- Erns & Neufert P. eds. (2012). *Architects' Data* (Third edition). West Sussex: Blackwell Science.
- Fabricky, W., & Blanchard, B. (1991). *Life Cycle Cost and Economic Analysis*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Falkenbach, H., Lindholm, A., & Schleich, H. (2010). Environmental Sustainability: Drivers for the Real Estate Investor. *Journal of Real Estate Literature*. Vol. 18 Issue 2, p201.
- Firsani, T., dan Utomo, C. (2012). Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 1, No. 1, ISSN: 2301-9271.
- Frej, A. (2005) *Green Office Buildings: A practical Guide to Development*. Washington, D.C: The Urban Land Institute.
- Froeschle, L. (1999). *Environmental Assessment and Specification of Green Building Materials*. California Department of Resources Recycling and Recovery (CalRecycle). Tersedia dari <http://www.calrecycle.ca.gov/greenbuilding/materials/csiarticle.pdf>. (Diakses 5 februari 2015).
- Gittinger, P.. (1986). *Evaluasi proyek*. Jakarta : Bhineka Cipta.
- Glass For Europe. (2011). *low e glass in building; impact on the environment & on energy savings*. GEPVP. Belgium.
- Goetzler, W. (2007). Variable Refrigerant Flow Systems. *ASHRAE Journal*. April 2007 p.24.

Government of Western Australia Department of Health (GWAD). (2010). *Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia*.

Green Building Council Indonesia (GBCI). (2012). *GreenShip for New Building V 1.1*, Green Building Council Indonesia: Divisi Rating dan Teknologi.

Green building dictionary. (2015). Green Building. Tersedia dari [www.green-building-dictionary.com/word.php/t/Green%20Building/](http://www.green-building-dictionary.com/word.php/t/Green%20Building/) (diakses 7 Juni 2015)

Gujarati, D. (2006). *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Jakarta: Erlangga.

Hadas, G., Meirb, A. I., Schwartzc, M., & Werzbergerd, E. (2014). Cost-benefit analysis of green buildings: An Israeli office buildings case study. *Elsevier, BV*.

Horne, J. (1998). *Prinsip-prinsip manajemen keuangan*. Jakarta : Salemba Empat.

Oxford English Dictionary. (2015). Tersedia dari <http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/high-rise> (diakses 2 maret 2015)

International Energy Agency (IEA), 2012. Annual Report 2012. (online) tersedia dari: <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA\\_Annual\\_Report\\_publicversion.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/IEA_Annual_Report_publicversion.pdf)> (diakses 1 januari 2015)

Isaa, M., Rahman, M.G.M., Sipan, I., & Hwaa, K.T. (2013). Factors affecting Green Office Building Investment in Malaysia. *Proceeding Asia Pacific International Conference on Environment-Behaur Studies*. University of Westminster. London. Procedia: Social and Behavioral Sciences 105, pp.138–14 (Tersedia online [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)).

Ismail, M. K., Fathi, M., & Manaf, N., (2004), Study of Lightweight Concrete Behaviour. Universiti Teknologi Malaysia. Malaysia.

Isnanto, (2010), *Pengaruh Gaya Negosiasi Terhadap Hasil Negosiasi Proses Desain Proyek Konstruksi di Surabaya*, Tesis Magister, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Kats, G. (2003a). Green building Costs and Financial Benefit. Boston: Massachusetts Technology Collaborative. Tersedia dari [www.dcaaia.com/images/firm/Kats-Green-Buildings-Cost.pdf](http://www.dcaaia.com/images/firm/Kats-Green-Buildings-Cost.pdf) (Diakses 23 maret 2014)

Kats, G., E., Capital. (2003b). The Costs and Financial Benefits of *Green buildings*: A Report to California's Sustainable Building Task Force. Tersedia dari: [www.usgbc.org/Docs/News/News477.pdf](http://www.usgbc.org/Docs/News/News477.pdf). (Diakses 07 maret 2014)

Kacatemperedku. (2015). <http://www.kacatemperedku.com/2015/01/daftar-harga-2015-kaca-potongan.html>. (Diakses 20 april 2015).

Kibert, C. (2005). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Kiernan, M.J. (2009). *Investing in A Sustainable World : Why GREEN is The New Color Of Money On Wall Street*. New York: Amacom.

Kim, J. Jong, & Rigdon, B. (1998). *Sustainable*, Architecture Module: Qualities, Use, and Examples of Sustainable Building Materials. College of Architecture and Urban Planning The University of Michigan. Michigan.

KMC Controls. (2011). *Building Sustainability through Building Automation*. white paper series.

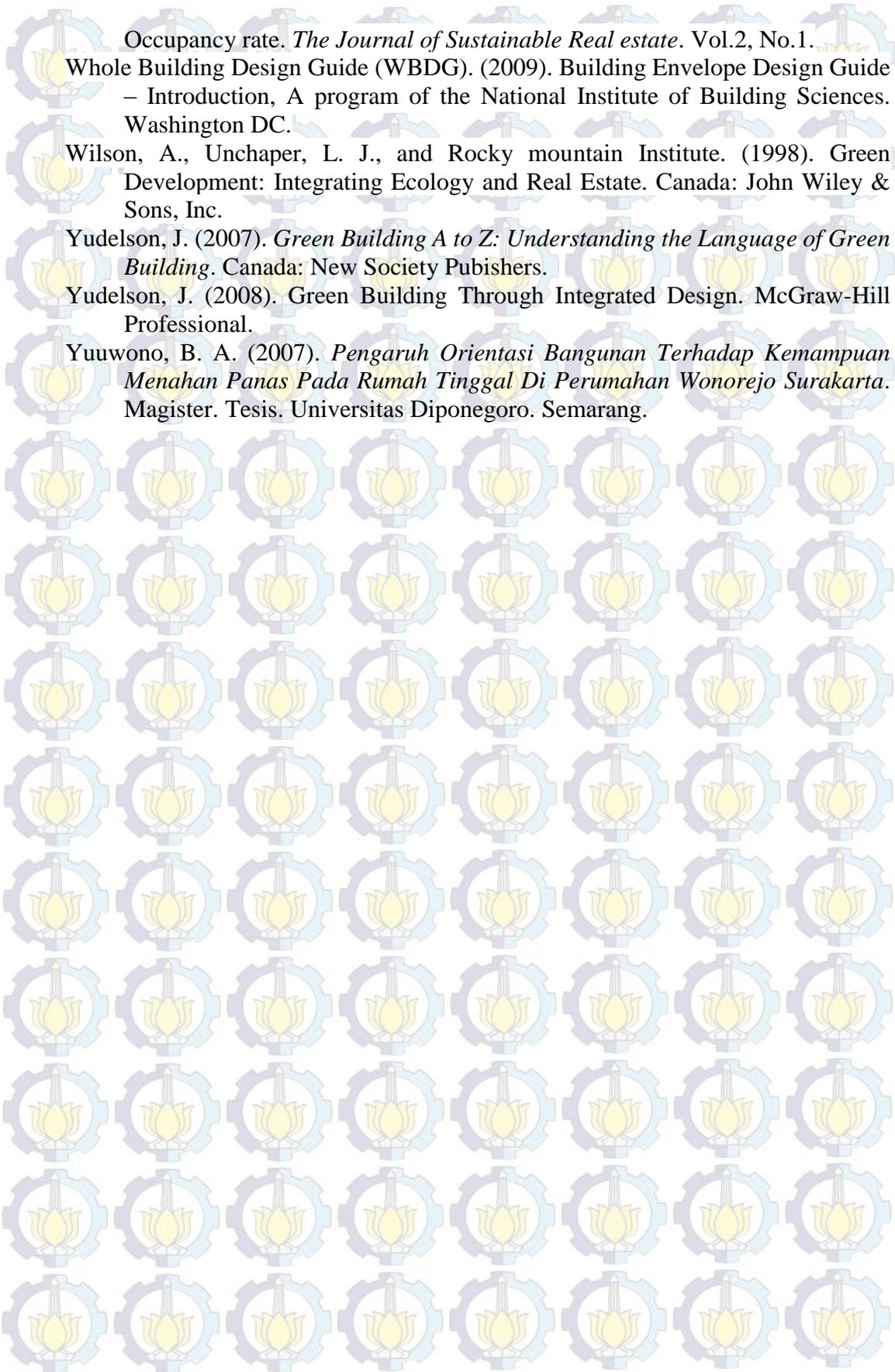
Kubba, S. (2010). *Green Construction Project Management And Cost Oversight*. Oxford: Architectural Press.

Kuncoro, M. (2003). *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: Penerbit

- Erlangga.
- Kutner, M., Nachtsheim C., Neter, J. (2005). *Applied Linear Models* 5th edition - instructor's solutions manual. Chicago : McGraw-Hill/Irwin
- Light Concrete LLC. (2003). *High-Strength Structural Lightweight Concrete*. California: Light Concrete LLC.
- Lighting Research Center (LRC). (1997). *Controlling Lighting with building Automation Systems*. Vol.4 No.1, Rensselaer Polytechnic Institute. New York.
- Limanto, S., Witjatmoko, Y., A. Sumarlin., W., Indra. (2010). Produktivitas Material Beton Ringan Dalam Pemakaian Sebagai Konstruksi Dinding. Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTekS 4), Bali.
- Lipu, S. M., Jamal, T., & Karim, F. T. (2013). An approach towards sustainable energy performance by green building: a review of current features, benefits and barriers. *International Journal of Renewable and Sustainable Energy*. 2(4): 180-190.
- Miles, E. M., Berens, L. G., Eppli, J. M., & Weiss, A. M. (2007). *Real Estate Development, Principles and Process. Fourth Edition*. The Urban Land Institute.
- Miler, N., Spivey, J., & Florance, A. (2008). Does Green Pay Off?, *Journal of Real Estate Management*.
- Miller, N., Pogue, Gough, Q., & Davis, S. (2009). *Green buildings and Productivity, The Journal of Sustainable Real estate*, Vol.1, No.1., Australia.
- Morel A., & Diener S. (2006). Greywater Management in Low and Middle-Income Countries, Review of Different Treatment Systems for Households or Neighbourhoods. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Dübendorf. Switzerland.
- Muneer, T., Abodahab, G., Weir, G., & Kubie, J. (2000). *Windows in Buildings; Thermal, Acoustic, Visual and Solar Performance*. Great Britain: Biddles Ltd.
- Nadel, A. B. (2009). *Green building: essential design strategies for a sustainable future*.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology*. 2nd ed. Prentice Hall.
- Ng, E. (2013). *Impact of Green Buildings on the Value of Property*. Ph.D. Disertasi. University College London, United Kingdom, Tersedia dari [https://www.bartlett.ucl.ac.uk/iede/programmes/postgraduate/mscdiploma-facility-environment-management/documents/Elaine\\_L\\_M\\_Ng\\_82161\\_assignment\\_submission\\_file\\_FEM-Dissertation-ENG-Submission-1Sep13.pdf](https://www.bartlett.ucl.ac.uk/iede/programmes/postgraduate/mscdiploma-facility-environment-management/documents/Elaine_L_M_Ng_82161_assignment_submission_file_FEM-Dissertation-ENG-Submission-1Sep13.pdf) (diakses 2 april 2015).
- Nielson, C., Wolfe, B. C., Conine, D. (2009). *GREEN BUILDING GUIDE: Design Techniques, Construction Practices & Materials for Affordable Housing*. California: Rural Community Assistance Corporation.
- Nirmala, E. (2013). Analisis Faktor Penghambat Penerapan Konsep Green Development Dan Pengaruhnya pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung di Surabaya. Magister. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- O'mara, M., dan Bates, S. (2012). *Why Invest in High-Performance greenbuildings?*. USA: Schneider Electric.
- Ondang, I. (2012). *Bangunan Pintar: Sistem Otomatisasi Pencahayaan*, Teknik

- Arsitektur. Universitas Sam Ratulangi. Sulawesi Utara. Tersedia dari [http://www.academia.edu/9357830/sistem\\_otomatisasi\\_pencahayaan\\_bangunan](http://www.academia.edu/9357830/sistem_otomatisasi_pencahayaan_bangunan) (diakses 5 februari 2015).
- Operations and Maintenance Saving Determination Working Group (OMSD). (2007). *How To Determine & Verify O&M Savings in Federal ESPCs*, U.S.
- Pagliano, L., Dama, A. (2015). Building Envelope Module. Versi 3.0. Intelligent Energy. Europe.
- Peraturan Daerah Khusus Ibukota Jakarta. (1991). *Bangunan Dalam Wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta*, No. 7, Jakarta.
- Peraturan Daerah Kota Surabaya. (1992). No. 7.
- Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta. (2012). *Bangunan Hijau*, No. 38, Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2012). Pasal 1.
- Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan (PSAK). (2002). No. 22.
- Peterson, P., & Fabozzi F. (2002). *Capital Budgeting; Theory and Practice*, second edition, Canada: John Wiley & Sons.
- Pivo, G., & Fisher, J. (2008). *Investment Returns from Responsible Property Investments: Energy Efficient, Transit-oriented and Urban Regeneration Office Properties in the US from 1998-2007*. Working Paper Responsible Property Investing Center, Boston College and University of Arizona (WP 08-2) Benecki Center for Real Estate Studies. Indiana University.
- Prakoso, Y. (2005). Pengaruh Faktor Lahan Terhadap Nilai Properti Perumahan di Kawasan Batam Center Kota Batam. Magister. Tesis. Universitas Diponegoro Semarang.
- Rahmawati, Y., Anwar, N., & Utomo, C. (2013). A Concept of Successful Collaborative Design towards Sustainability of Project Development. *International Journal of Social, Education, Economics and Management Engineering*. Vol. 7 nO. 4, 2013.
- Redwood, M. (2004). *Wastewater use in urban agriculture*. International Development Research Centre.
- Reilly, K. F. dan Brown C. K. (2012). *Investment analysis and portofolio management*, USA: South-Western Cengage Learning.
- Royal Institution Chartered Surveyors (RICS). 2005. Green Value. London and Vancouver: RICS.
- Rostami, R., Khoshnaya, S., Ahankoob, A., & Rostami, R.. (2012). Green construction Trends in Malaysia, *Proceedings Of Management In Construction Research Association (Micra) Postgraduate Conference*. University Teknologi Malaysia. Kuala Lumpur.
- Rural Community Assistance Corporation (RCAC). (2009). *Green Building Guide; Design Techniques, Construction Practices & Materials for affordable Housing*, California.
- Samudro, H. (2010). Perancangan Bangunan Tinggi Kantor Sewa Dengan Konsep Green Architecture Di Surabaya. Magister. Tesis. Institut Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Santoso, S. (2009). *Panduan Lengkap menguasai Statistik dengan SPSS 17*. PT Elex Media Computindo. Kompas Gramedia. Jakarta.
- Schumann, B. (2010). Impact of Sustainability on Property Values. *Greenprint*

- Foundation Journal of Sustainable Real estate*. Master. Thesis. University of Regensburg. Frankfurt.
- Shiers, D.E. (2000). Green Development Environmentally Responsible Buildings in the UK Commercial Property Sector. *Journal of Property Management*, Vol. 18, No. 5, pp. 352-362.
- Siemens Building Technology (SBT), (2015), *Building Automation*. Tersedia <http://www.buildingtechnologies.siemens.com/bt/global/en/buildingautomation-hvac/building-automation/building-automation-and-control-system-europe-desigo/pages/desigo.aspx> (diakses pada 12 mei 2015).
- Sinopoli, J. (2010). *Smart Building Systems for Architects, Owners, and Builders*, Butterworth-Heinemann, United States.
- Siram, K.K. (2012). Cellular Light-Weight Concrete Blocks as a Replacement of Burnt Clay Bricks. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*. ISSN: 2249 – 8958, Volume-2, Issue-2.
- Sugiyono. (2007). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Sneider, C., J., Catanese, J. A. (1985). *Pengantar Arsitektur*, Terjemahan Hendro Sangkoyo, Jakarta: Erlangga.
- Soetrisno, P. (1985). *Dasar-dasar Evaluasi Proyek dan Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sudarsono & Edilius. (2001). *Kamus Ekonomi Uang & Bank*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Spiegel, R., & Meadows, D. (2012). *Green Building Materials; A guide to Product Selection and Specification*. 3<sup>rd</sup> edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- The International Renewable Energy Agency (IRENA). (2012). *Cost Analysis of Solar Photovoltaics*. Vol. 1:Power Sector. Issue 4/5. Germany.
- The Jakarta Post. (2014). Sustainable buildings good for today and future generations. (Press release), 21 November 2014. Tersedia dari [www.thejakartapost.com/news/2014/11/21/sustainable-buildings-good-today-and-future-generations.html](http://www.thejakartapost.com/news/2014/11/21/sustainable-buildings-good-today-and-future-generations.html) (diakses 4 Juni 2015 pukul 15:42WIB)
- The Natural Resources Defense Council. (2013). *The Green Edge: How Commercial Property Investment In Green Infrastructure Creates Value*. NRDC report. New York.
- The president Post Indonesia. (2013). *Perkembangan Green Building di Indonesia*. (Press release) Vol. 2. No.2 Edisi minggu ke 2 januari 2013. Tersedia dari [issuu.com/ypp\\_indonesia/docs/the\\_president\\_post\\_indonesia\\_edisi\\_2\\_volume\\_2](http://issuu.com/ypp_indonesia/docs/the_president_post_indonesia_edisi_2_volume_2) (diakses 5 juni 2015 pukul 16.47 WIB)
- United Nations ESCAP. (2012). *Buildings: Policy Recommendation for the development of eco-efficient infrastructure*. Policy paper. United Nations Publication.
- US Green Building Council. (2003). *Making The Business Case For High Performance Green Buildings*. US GBC Report. Washington.
- Vale, B., & Vale, R. (2009). *Time to Eat the Dog?: The Real Guide to Sustainable Living*. London: Thames & Hudson.
- Wang, W., Rivard, H., & Zmeureanu, R. (2006). Floor shape optimization for green building design. *Advanced Engineering Informatics Elsevier Ltd*. Vol. 20. p.363–378
- Watson, L. (2008). The Effects of LEED buildings on Property value and the



Occupancy rate. *The Journal of Sustainable Real estate*. Vol.2, No.1.

Whole Building Design Guide (WBDG). (2009). *Building Envelope Design Guide – Introduction*, A program of the National Institute of Building Sciences. Washington DC.

Wilson, A., Unchaper, L. J., and Rocky mountain Institute. (1998). *Green Development: Integrating Ecology and Real Estate*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

Yudelson, J. (2007). *Green Building A to Z: Understanding the Language of Green Building*. Canada: New Society Publishers.

Yudelson, J. (2008). *Green Building Through Integrated Design*. McGraw-Hill Professional.

Yuuwono, B. A. (2007). *Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kemampuan Menahan Panas Pada Rumah Tinggal Di Perumahan Wonorejo Surakarta*. Magister. Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.



# LAMPIRAN 1

## Kernagka Kuisisioner untuk Survey Pendahuluan

Petunjuk pengisian: Mohon lingkari tingkat persetujuan Anda dengan angka pilihan Anda dalam skala 1 sampai 7, dengan skor 1 = lemah dan skor 7 = kuat.

No.	Seberapa kuatkah perubahan investasi berikut ini dipengaruhi oleh penerapan desain bangunan yang 'green'?	Skor skala kekuatan 1 - 7
1	Biaya konstruksi	1 2 3 4 5 6 7
2	Biaya operasional & maintenance	1 2 3 4 5 6 7
3	Nilai properti	1 2 3 4 5 6 7

### B. IDENTITAS RESPONDEN

- Nama .....
- Nama Perusahaan : .....
- Jabatan saat ini : .....
- Pengalaman di bidang proyek *green building / green architecture* :  
tahun .....
- Jenis proyek *green building* yang pernah ditangani (silahkan lingkari pilihan jawaban. Boleh lebih dari satu) :  
 A. Gedung Perkantoran  
 B. Gedung Hotel/Apartemen  
 C. Gedung Sekolah/Kampus  
 D. Kawasan permukiman  
 E. Gedung Mall  
 F. Rumah Sakit  
 G. Lainnya (sebutkan) .....

### C. Mohon tuliskan pendapat bebas Bapak/Ibu/Saudara tentang pengaruh *green building* terhadap investasi bangunan tinggi (*high-rise building*)

---



---



---



---



---



Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya  
 Program Pascasarjana Jurusan Arsitektur  
 Bidang Keahlian *Real estate*  
 2015

Kepada :  
 Yth. Bapak/Ibu \_\_\_\_\_  
 Di Tempat

Penelitian: *Kajian Konsep Green Building terhadap Investasi Real Estate*

Salama Hormat,

Dengan ini saya bermaksud menyampaikan kuisisioner sebagai alat untuk melakukan survei dalam menyelesaikan penelitian yang berjudul *Kajian Konsep Green building terhadap Investasi Real estate*. Oleh karena itu, besar harapan saya agar Bapak/Ibu dapat bekerja sama untuk mengisi kuisisioner ini.

Hasil kuisisioner ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi dari Bapak/Ibu mengenai pengaruh konsep *green building* pada investasi bangunan tinggi di Surabaya. Informasi yang Bapak/Ibu berikan sangat bermanfaat dan berarti bagi penelitian ini, maka identitas pribadi responden Bapak/Ibu akan dirahasiakan. Dan apabila diperlukan, maka dengan serang hati saya akan menyampaikan hasil penelitian ini kepada bapak/Ibu dan saya juga menyediakan tempat kosong (titik-titik paling bawah) untuk memberikan masukan yang lain.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terimakasih.

Hormat saya,

Fitri Rahmawati

Apabila ada pertanyaan atau masukan tentang kuisisioner ini Bapak/Ibu bisa menghubungi melalui telepon 082231377255 atau email: fitriahma204@gmail.com

## Lanjutan LAMPIRAN 1

### Kernaga Kuisiener untuk Survey Pendahuluan

#### A. KUISIONER

*Green building* mengacu pada praktik untuk meningkatkan efisiensi pada bangunan dengan menggunakan sumber daya energi, air dan bahan sekaligus mengurangi dampak negatif bangunan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup selama siklus bangunan, melalui desain dan konstruksi yang lebih baik, operasional, pemeliharaan dan pengurangan limbahnya (Frej, 2005).

Mohon diberikan tingkat persetujuan Bapak/Ibu, faktor-faktor dibawah ini yang berpengaruh terhadap variabel investasi sebuah bangunan gedung bertingkat banyak (*High-rise building*).

#### Petunjuk pengisian:

Mohon lingkari tingkat persetujuan Anda dengan angka pilihan Anda dalam skala 1 sampai 7, dengan skor 1 = sangat tidak setuju dan skor 7 = sangat setuju.

NO.	Aspek Green Building	Pengaruh terhadap Investasi				
		Peningkatan biaya konstruksi	Penurunan biaya operasional	Peningkatan nilai properti		
<b>Aspek design (bentuk dan arah hadap bangunan)</b>						
1.	Bentukan massa bangunan yang tipis secara vertikal dan horizontal	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
2.	Area opening untuk pencahayaan alami yang lebih banyak di sisi utara-selatan (tidak searah pergerakan matahari)	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
3.	Penggunaan <i>secondary skin</i> (kulit lapis kedua bangunan) sebagai penahan sinar matahari langsung	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
<b>Aspek material (struktur, arsitektural dan utilitas)</b>						
4.	Penggunaan dinding berbahan batu bata ringan	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
5.	Penggunaan panel surya untuk sistem tenaga listrik mandiri	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
6.	Penggunaan sistem penerangan pinlar, yaitu menyalakan dan mematikan lampu secara otomatis oleh sensor gerak/lux	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
7.	Penggunaan AC hemat energi dengan sistem vrv	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
8.	Penggunaan sistem pengolahan air limbah bersih, yang didaur ulang untuk flush toilet, untuk irigasi taman	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
9.	Penggunaan material kaca <i>low-e</i> (memiliki emisivitas rendah) yang dapat mereduksi panas dari luar	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
10.	Penggunaan cat dinding rendah VOC ( <i>volatile organic compounds</i> ) atau zat-zat kimia berbahaya bagi kesehatan	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	
11.	Penggunaan <i>green roof / roof garden</i>	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	1 2 3 4 5 6 7	

## LAMPIRAN 2

### Kuisisioner Penelitian

Petunjuk pengisian:

Mohon lingkari tingkat persetujuan Bapak/Ibu dengan angka pilihan Bapak/Ibu dalam skala 1 sampai 7, dengan skor 1 = lemah dan skor 7 = kuat.

No.	Seberapa kuatkah pengaruh penerapan konsep green building terhadap perubahan 3 variabel investasi dibawah ini?	Kuat						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Biaya konstruksi	1	2	3	4	5	6	7
2	Biaya operasional & maintenance	1	2	3	4	5	6	7
3	Nilai properti	1	2	3	4	5	6	7

### B. IDENTITAS RESPONDEN

- Nama ..... Sinaro D.
- Nama Perusahaan ..... INTIARCH
- Jabatan saat ini ..... Dic.
- Pendidikan terakhir (silahkan lingkari pilihan jawaban) :
  - Dibawah S1
  - S1
  - S2
  - S3
  - Lainnya, sebutkan..... tidak
- Pengalaman di bidang proyek green building/green architecture : ..... tidak
- Jenis proyek green building yang pernah ditangani (silahkan lingkari pilihan jawaban. Boleh lebih dari satu) :
  - Gedung Perkantoran
  - Gedung Hotel/Apartemen
  - Gedung Sekolah/Kampus
  - Kawasan permukiman
  - Gedung Mall
  - Rumah Sakit
  - Lainnya (sebutkan).....

C. Mohon tuisikan pendapat bebas Bapak/Ibu/Saudara tentang pengaruh green building terhadap investasi bangunan tinggi (high-rise building)

..... Investasi mahal, maka tidak bisa terwujud  
 ..... tidak berpengaruh

D. Mohon kesediaan apakah Bapak/Ibu bersedia diwawancarai untuk verifikasi data selanjutnya bila diperlukan?

- YA       TIDAK

TERIMA KASIH ATAS PARTISIPASINYA



Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
 Program Pascasarjana Jurusan Arsitektur  
 Bidang Keahlian Real estate  
 2015

Kepada : \_\_\_\_\_  
 Yth. Bapak/Ibu \_\_\_\_\_  
 Di tempat \_\_\_\_\_

Penelitian: **Kajian Konsep Green Building terhadap Investasi Real Estate**

Salam Hormat,

Dengan ini saya bermaksud menyampaikan kuisisioner sebagai alat untuk melakukan survei dalam menyelesaikan penelitian yang berjudul **Kajian Konsep Green building terhadap Investasi Real estate**. Oleh karena itu, besar harapan saya agar Bapak/Ibu dapat bekerja sama untuk mengisi kuisisioner ini.

Hasil kuisisioner ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi dari Bapak/Ibu mengenai pengaruh konsep green building pada investasi bangunan tinggi (high-rise building) di Surabaya. Informasi yang Bapak/Ibu berikan sangat bermanfaat dan berarti bagi penelitian ini, maka identitas pribadi responden Bapak/Ibu akan dirahasiakan. Dan apabila diperlukan, maka dengan senang hati saya akan menyampaikan hasil penelitian ini kepada bapak/Ibu.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya, saya ucapkan terimakasih.

Hormat saya,

Fitri Rahmawati

Apabila ada pertanyaan atau masukan tentang kuisisioner ini Bapak/Ibu bisa menghubungi melalui telepon 082231377255 atau email: fitrirahma204@gmail.com

## Lanjutan LAMPIRAN 2

### Kuisisioner Penelitian

#### A. KUISISIONER

*Green building* mengacu pada praktik untuk meningkatkan efisiensi pada bangunan dengan menggunakan sumber daya energi, air dan bahan sekecilnya mengurangi dampak negatif bangunan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup selama siklus bangunan, melalui desain dan konstruksi yang lebih baik, operasional, pemeliharaan dan pengurangan limbahnya (Frej, 2005).

Mohon diberikan tingkat persetujuan Bapak/Ibu, faktor-faktor dibawah ini yang berpengaruh terhadap variabel investasi sebuah bangunan gedung bertingkat banyak (*high-rise building*).

#### Penyajian data:

Mohon lingkari tingkat persetujuan Bapak/Ibu dengan angka pilihan Bapak/Ibu dalam skala 1 sampai 7, dengan skor 1 = sangat tidak setuju dan skor 7 = sangat setuju.

NO.	Penyajian anda, faktor-faktor dibawah ini dapat mempengaruhi biaya konstruksi, biaya operasional maupun nilai properti?	Pengaruh terhadap Investasi																				
		Peningkatan biaya konstruksi		Penurunan biaya operasional		Peningkatan nilai properti																
		Sangat tidak setuju		Sangat setuju		Sangat tidak setuju		Sangat setuju														
1.	Bertahan masa bangunan yang tipis secara vertikal	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
2.	Bertahan masa bangunan yang tipis secara horizontal	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
3.	Area area bukaan untuk pencayaan alami yang lebih banyak di sisi utara-selatan (tidak secara pergerakan matahari)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
4.	Penggunaan <i>secondary akse</i> (fillet/lipis kodus bangunan) sebagai pemahan sinar matahari langsung	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
5.	Penggunaan dinding berbatu batu bata ringan	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
6.	Penggunaan panel surya untuk sistem tenaga listrik mandiri	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
7.	Penggunaan sistem pencahayaan pintar, yaitu menyalaikan dan mematikan lampu secara otomatis oleh sensor gerak/lux	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
8.	Penggunaan AC hemat energi dengan sistem <i>vrv</i> ( <i>variable refrigerant volume</i> ) / inverter dengan satu <i>outdoor</i> untuk beberapa unit <i>indoor</i> .	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
9.	Penggunaan sistem pengolahan air limbah bersih, yang diolah ulang untuk flush toilet, untuk irigasi taman	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
10.	Penggunaan material kaca <i>low-e</i> (memiliki emisivitas rendah) yang dapat memodifikasi panas dari luar	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
11.	Penggunaan cat dinding rendah VOC ( <i>volatile organic compounds</i> ) atau zat-zat kimia berbahaya bagi kesehatan	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
12.	Penggunaan <i>green roof</i> / <i>roof garden</i>	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

### LAMPIRAN 3

#### Hipotesis, Uji Asumsi Klasik pada Peningkatan Biaya Konstruksi

##### 1. Tabel Uji F & Uji t Peningkatan biaya konstruksi

URAIAN	UJI F (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap peningkatan biaya konstruksi secara bersama-sama)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	F hitung	Signifikansi	F tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Peningkatan biaya konstruksi	X1 – X12	2.960	0.011	2,16	0,050	Tolak Ho

URAIAN	UJI t (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap peningkatan biaya operasional secara parsial atau sendiri-sendiri)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	t hitung	Signifikansi	t tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Peningkatan biaya konstruksi	X1	-1.111	0.277	2.059	0.050	Terima Ho
	X2	1.371	0.183	2.059	0.050	Terima Ho
	X3	0.088	0.931	2.059	0.050	Terima Ho
	X4	1.859	0.075	2.059	0.050	Terima Ho
	X5	-1.301	0.205	2.059	0.050	Terima Ho
	X6	-0.645	0.525	2.059	0.050	Terima Ho
	X7	1.137	0.266	2.059	0.050	Terima Ho
	X8	-1.909	0.068	2.059	0.050	Terima Ho
	X9	4.213	0.000	2.059	0.050	Tolak Ho
	X10	-1.971	0.060	2.059	0.050	Terima Ho
	X11	-0.012	0.990	2.059	0.050	Terima Ho
	X12	1.522	0.140	2.059	0.050	Terima Ho

### Lanjutan LAMPIRAN 3

#### 2. Tabel Uji Normalitas residual dengan Uji Kolmogorov Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		38
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.74006084
Most Extreme Differences	Absolute	.069
	Positive	.059
	Negative	-.069
Kolmogorov-Smirnov Z		.426
Asymp. Sig. (2-tailed)		.993

a. Test distribution is Normal.

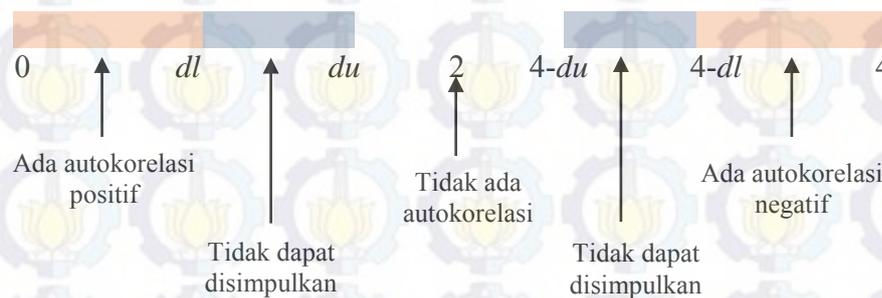
b. Calculated from data.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas yakni jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal. sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka data tersebut tidak berdistribusi normal. Berdasarkan output dibawah ini diketahui bahwa nilai signifikansinya sebesar 0,993 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diuji berdistribusi normal.

#### 3. Tabel Uji Autokorelasi dengan Uji Durbin Watson

Autokorelasi merupakan korelasi antara anggota observasi yang disusun menurut waktu dan tempat. misalnya pada variabel bebas X1 data ke-i berkorelasi dengan data ke i-1 atau i-2 (Suharjo, 2008 dalam Isnanto, 2010). Uji Autokorelasi bertujuan menguji apakah dalam model regresi linear ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode t dengan kesalahan pengganggu pada periode t-1 (sebelumnya). Pengujian autokorelasi dapat dilakukan dengan uji *Durbin Watson* (Santoso, 2009).

Keputusan ada atau tidaknya autokorelasi adalah dengan melihat nilai DW yang dihasilkan pada batas-batas atas ( $du$ ) dan batas-batas bawah ( $dl$ ). Lebih jelasnya terlihat pada grafik berikut.



Dari Tabel output dibawah ini diketahui nilai DW 2,614, selanjutnya nilai ini dibandingkan dengan nilai tabel signifikansi 5%, jumlah sampel  $N=38$  dan jumlah variabel independen 12 ( $K=12$ ), diperoleh  $du= 2,350$ . Nilai DW 2,614 lebih besar dari batas-batas atas ( $du$ ) yakni 2,350 namun tidak kurang dari ( $4-du$ )  $4-2,350 = 1,65$ . Sehingga variabel tergolong tidak ada autokorelasi.

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.766 <sup>a</sup>	.587	.389	.900	.587	2.960	12	25	.011	2.614

a. Predictors: (Constant), X12, X11, X5, X7, X3, X4, X8, X1, X10, X2, X6, X9

b. Dependent Variable: BIAYA\_KONSTRUKSI

#### 4. Tabel Uji Multikolinearitas

Tujuan Uji Multikolinearitas adalah untuk menguji apakah model regresi ditemukan adanya korelasi antar variabel bebas (independen). Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi korelasi sempurna atau mendekati sempurna diantara variabel bebasnya (Priyatno (2009) dalam Isnanto (2010)).

Metode yang dapat digunakan untuk uji multikolinearitas adalah dengan melihat nilai *tolerance* dan *influence factor* (VIF) pada hasil regresi (Santoso, 2009). Variabel yang mengakibatkan adanya multikolinearitas adalah nilai *tolerance* yang lebih kecil dari 0,1 dan *influence factor* (VIF) > 10.

Variabel	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
X1	.529	1.891
X2	.455	2.197
X3	.501	1.997
X4	.617	1.622
X5	.606	1.651
X6	.383	2.608
X7	.450	2.223
X8	.557	1.795
X9	.373	2.681
X10	.489	2.045
X11	.537	1.861
X12	.582	1.719

Dari output data statistik dapat diketahui bahwa nilai *tolerance* dari variabel X1 – X 12 lebih besar dari 0,1 dan *influence factornya* < 10, sehingga dapat disimpulkan tidak adanya multikolinearitas antar variabel *green buildingnya*.

## LAMPIRAN 4

### Hipotesis Uji Asumsi Klasik pada Penurunan Biaya Operasional

#### 2. Tabel Uji F & Uji t Penurunan Biaya Operasional

URAIAN	UJI F (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap penurunan biaya operasional secara bersama-sama)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	F hitung	Signifikansi	F tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Penurunan Biaya Operasional	X1 – X12	1,278	0.290	2,16	0,050	Terima Ho

URAIAN	UJI t (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap penurunan biaya operasional secara parsial atau sendiri-sendiri)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	t hitung	Signifikansi	t tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Penurunan Biaya Operasional	X1	1.106	0.237	2.059	0.050	Terima Ho
	X2	0.168	0.279	2.059	0.050	Terima Ho
	X3	-1.364	0.868	2.059	0.050	Terima Ho
	X4	0.079	0.185	2.059	0.050	Terima Ho
	X5	-0.619	0.937	2.059	0.050	Terima Ho
	X6	0.945	0.541	2.059	0.050	Terima Ho
	X7	0.819	0.354	2.059	0.050	Terima Ho
	X8	1.294	0.420	2.059	0.050	Terima Ho
	X9	-0.810	0.207	2.059	0.050	Terima Ho
	X10	0.637	0.426	2.059	0.050	Terima Ho
	X11	-1.778	0.530	2.059	0.050	Terima Ho
	X12	1.708	0.088	2.059	0.050	Terima Ho

## Lanjutan LAMPIRAN 4

### 3. Tabel Uji Normalitas residual dengan Uji Kolmogorov Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		38
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	1.08953531
Most Extreme Differences	Absolute	.176
	Positive	.130
	Negative	-.176
Kolmogorov-Smirnov Z		1.085
Asymp. Sig. (2-tailed)		.190

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas yakni jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal. sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka data tersebut tidak berdistribusi normal. Berdasarkan output diatas diketahui bahwa nilai signifikansinya sebesar 0,190 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diuji berdistribusi normal.

### 3. Tabel Uji Autokorelasi dengan Uji Durbin Watson

Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.617 <sup>a</sup>	.380	.083	1.325	.380	1.278	12	25	.290	1.810

a. Predictors: (Constant), X12, X6, X5, X2, X9, X1, X3, X4, X8, X11, X10, X7

b. Dependent Variable: BIAYA\_OPERASIONAL

Dari Tabel output dari tabel *durbin watson* diketahui nilai DW 1,810, selanjutnya nilai ini dibandingkan dengan nilai tabel signifikansi 5%, jumlah sampel N=38 dan

jumlah variabel independen 12 ( $K=12$ ), diperoleh  $du= 2,350$ . Nilai DW 1,810 tidak lebih besar dari batas-batas atas ( $du$ ) yakni 2,350 namun tidak kurang dari  $(4-du) 4-2,350 = 1,65$ . Sehingga variabel tergolong tidak ada autokorelasi.

#### 4. Tabel Uji Multikolinearitas

Dari output data statistik dapat diketahui bahwa nilai *tolerance* dari variabel X1 – X 12 lebih besar dari 0,1 dan *influence factornya*  $< 10$ , sehingga dapat disimpulkan tidak adanya multikolinearitas antar variabel *green buildingnya*.

Model		Collinearity Statistics	
		Tolerance	VIF
1	(Constant)		
	X1	.805	1.242
	X2	.922	1.084
	X3	.597	1.674
	X4	.587	1.705
	X5	.713	1.402
	X6	.491	2.038
	X7	.305	3.277
	X8	.399	2.507
	X9	.458	2.183
	X10	.312	3.209
	X11	.426	2.349
	X12	.345	2.896



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN 5

### Hipotesis, Asumsi Klasik pada Peningkatan Nilai Properti

#### 1. Tabel Uji F & Uji t Peningkatan Nilai Properti

URAIAN	UJI F (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap Peningkatan Nilai Properti secara bersama-sama)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	F hitung	Signifikansi	F tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Peningkatan Nilai Properti	X1 – X12	1,278	0.290	2,16	0,050	Terima Ho

URAIAN	UJI t (Uji signifikansi pengaruh variabel green building terhadap Peningkatan Nilai Properti secara parsial atau sendiri-sendiri)					
Variabel Investasi	Aspek Green Building	t hitung	Signifikansi	t tabel	Tingkat signifikansi	kesimpulan
Peningkatan Nilai Properti	X1	-0.471	0.641	2.059	0.050	Terima Ho
	X2	0.066	0.948	2.059	0.050	Terima Ho
	X3	-2.005	0.056	2.059	0.050	Terima Ho
	X4	0.884	0.385	2.059	0.050	Terima Ho
	X5	0.006	0.996	2.059	0.050	Terima Ho
	X6	0.556	0.583	2.059	0.050	Terima Ho
	X7	0.894	0.380	2.059	0.050	Terima Ho
	X8	0.312	0.757	2.059	0.050	Terima Ho
	X9	0.198	0.845	2.059	0.050	Terima Ho
	X10	1.615	0.119	2.059	0.050	Terima Ho
	X11	3.394	0.002	2.059	0.050	Tolak Ho
	X12	1.743	0.094	2.059	0.050	Terima Ho

## Lanjutan LAMPIRAN 5

### 2. Tabel Uji Normalitas residual dengan Uji Kolmogorov Smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		38
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.67388735
Most Extreme Differences	Absolute	.074
	Positive	.074
	Negative	-.070
Kolmogorov-Smirnov Z		.454
Asymp. Sig. (2-tailed)		.986

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Dasar pengambilan keputusan dalam uji normalitas yakni jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data tersebut berdistribusi normal. sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05 maka data tersebut tidak berdistribusi normal. Berdasarkan output diatas diketahui bahwa nilai signifikansinya sebesar 0,986 lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diuji berdistribusi normal.

### 3. Tabel Uji Autokorelasi dengan Uji Durbin Watson

Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.822 <sup>a</sup>	.675	.519	0.820	.675	4.328	12	25	.001	2.379

a. Predictors: (Constant), X12, X6, X5, X2, X9, X1, X3, X4, X8, X11, X10, X7

b. Dependent Variable: NILAI\_PROPERTI

Dari Tabel output dari tabel *durbin watson* diketahui nilai DW 2,379 selanjutnya nilai ini dibandingkan dengan nilai tabel signifikansi 5%, jumlah sampel  $N=38$  dan jumlah variabel independen 12 ( $K=12$ ), diperoleh  $du= 2,350$ . Nilai DW 2,379 lebih besar dari batas-batas atas ( $du$ ) yakni 2,350 namun tidak kurang dari ( $4-du$ )  $4-2,350 = 1,65$ . Sehingga variabel tergolong tidak ada autokorelasi.

#### 4. Tabel Uji Multikolinearitas

Dari output data statistik dapat diketahui bahwa nilai *tolerance* dari variabel X1 – X 12 lebih besar dari 0,1 dan *influence factornya*  $< 10$ , sehingga dapat disimpulkan tidak adanya multikolinearitas antar variabel *green buildingnya*.

Variabel	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
X1	0.642	1.557
X2	0.792	1.263
X3	0.705	1.419
X4	0.802	1.246
X5	0.569	1.757
X6	0.519	1.929
X7	0.443	2.260
X8	0.589	1.699
X9	0.488	2.049
X10	0.436	2.291
X11	0.719	1.391
X12	0.531	1.884



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN 6

### Hasil output SPSS Analisis Regresi Berganda

#### 1. Peningkatan biaya konstruksi

Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.766 <sup>a</sup>	.587	.389	.900	.587	2.960	12	25	.011	2.614

a. Predictors: (Constant), X12, X11, X5, X7, X3, X4, X8, X1, X10, X2, X6, X9

b. Dependent Variable: BIAYA\_KONSTRUKSI

ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	28.788	12	2.399	2.960	.011 <sup>a</sup>
	Residual	20.265	25	.811		
	Total	49.053	37			

a. Predictors: (Constant), X12, X11, X5, X7, X3, X4, X8, X1, X10, X2, X6, X9

b. Dependent Variable: BIAYA\_KONSTRUKSI

Coefficients <sup>a</sup>							
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1 (Constant)	3.448	2.000		1.724	.097		
X1	-.113	.102	-.196	-1.111	.277	.529	1.891
X2	.153	.111	.261	1.371	.183	.455	2.197
X3	.009	.108	.016	.088	.931	.501	1.997
X4	.371	.199	.304	1.859	.075	.617	1.622
X5	-.147	.113	-.215	-1.301	.205	.606	1.651
X6	-.120	.186	-.134	-.645	.525	.383	2.608
X7	.241	.212	.218	1.137	.266	.450	2.223
X8	-.369	.193	-.329	-1.909	.068	.557	1.795
X9	.725	.172	.887	4.213	.000	.373	2.681
X10	-.595	.302	-.362	-1.971	.060	.489	2.045
X11	-.002	.127	-.002	-.012	.990	.537	1.861
X12	.279	.183	.257	1.522	.140	.582	1.719

a. Dependent Variable: BIAYA\_KONSTRUKSI

## 2. Penurunan Biaya Operasional

Model Summary <sup>b</sup>										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.617 <sup>a</sup>	.380	.083	1.325	.380	1.278	12	25	.290	1.810

a. Predictors: (Constant), X12, X6, X5, X2, X9, X1, X3, X4, X8, X11, X10, X7

b. Dependent Variable: BIAYA\_OPERASIONAL

ANOVA<sup>b</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	26.946	12	2.246	1.278	.290 <sup>a</sup>
	Residual	43.922	25	1.757		
	Total	70.868	37			

a. Predictors: (Constant), X12, X6, X5, X2, X9, X1, X3, X4, X8, X11, X10, X7

b. Dependent Variable: BIAYA\_OPERASIONAL

Coefficients<sup>a</sup>

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics		
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF	
1	(Constant)	2.189	1.805		1.213	.237		
	X1	.127	.115	.194	1.106	.279	.805	1.242
	X2	.021	.124	.028	.168	.868	.922	1.084
	X3	-.234	.171	-.278	-1.364	.185	.597	1.674
	X4	.015	.187	.016	.079	.937	.587	1.705
	X5	-.088	.143	-.115	-.619	.541	.713	1.402
	X6	.230	.244	.212	.945	.354	.491	2.038
	X7	.228	.278	.233	.819	.420	.305	3.277
	X8	.336	.260	.323	1.294	.207	.399	2.507
	X9	-.170	.210	-.188	-.810	.426	.458	2.183
	X10	.177	.279	.180	.637	.530	.312	3.209
	X11	-.371	.208	-.429	-1.778	.088	.426	2.349
	X12	.366	.214	.457	1.708	.100	.345	2.896

a. Dependent Variable: BIAYA\_OPERASIONAL

## 2. Peningkatan Biaya Properti

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	.822 <sup>a</sup>	.675	.519	.820	.675	4.328	12	25	.001	2.379

a. Predictors: (Constant), X12, X2, X8, X11, X1, X4, X9, X5, X3, X6, X7, X10

b. Dependent Variable: PENINGKATAN\_NILAI\_PROPERTI

**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	34.908	12	2.909	4.328	.001 <sup>a</sup>
	Residual	16.803	25	.672		
	Total	51.711	37			

a. Predictors: (Constant), X12, X2, X8, X11, X1, X4, X9, X5, X3, X6, X7, X10

b. Dependent Variable: PENINGKATAN\_NILAI\_PROPERTI

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
	1 (Constant)	.022	1.170				.019
X1	-.050	.107	-.067	-.471	.641	.642	1.557
X2	.006	.089	.009	.066	.948	.792	1.263
X3	-.258	.129	-.272	-2.005	.056	.705	1.419
X4	.101	.115	.112	.884	.385	.802	1.246
X5	.001	.137	.001	.006	.996	.569	1.757
X6	.075	.135	.088	.556	.583	.519	1.929
X7	.181	.203	.153	.894	.380	.443	2.260
X8	.045	.144	.046	.312	.757	.589	1.699
X9	.027	.138	.032	.198	.845	.488	2.049
X10	.303	.188	.279	1.615	.119	.436	2.291
X11	.321	.094	.456	3.394	.002	.719	1.391
X12	.297	.170	.273	1.743	.094	.531	1.884

a. Dependent Variable: PENINGKATAN\_NILAI\_PROPERTI

### 3. Investasi

Unusual Observations

Obs	X1	NILAI INVESTASI	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
19	4.00	5.000	6.371	0.532	-1.371	-2.31R
21	4.00	4.000	5.614	0.458	-1.614	-2.47R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	1.616	1.979	0.82	0.422	
X1	0.0789	0.1414	0.56	0.582	1.431
X2	0.0355	0.1560	0.23	0.822	1.820
X3	-0.1639	0.1738	-0.94	0.355	1.286
X4	0.0755	0.1720	0.44	0.665	1.472
X5	0.0132	0.1711	0.08	0.939	1.656
X6	0.0532	0.2271	0.23	0.817	1.993
X7	0.1032	0.2834	0.36	0.719	3.329
X8	0.0199	0.2262	0.09	0.930	2.320
X9	0.2018	0.2679	0.75	0.458	2.264
X10	0.1283	0.3005	0.43	0.673	2.628
X11	-0.0065	0.1434	-0.05	0.964	1.291
X12	0.2241	0.2045	1.10	0.284	2.036

S = 0.796871    R-Sq = 29.0%    R-Sq(adj) = 0.0%

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	12	6.4875	0.5406	0.85	0.602
Residual Error	25	15.8751	0.6350		
Total	37	22.3626			

Source	DF	Seq SS
X1	1	0.4044
X2	1	0.0964
X3	1	0.0000
X4	1	1.4028
X5	1	0.0054
X6	1	1.9643
X7	1	1.4514
X8	1	0.0009
X9	1	0.2952
X10	1	0.0303
X11	1	0.0742
X12	1	0.7622

## DATA PENULIS



Fitri Rahmawati, biasa dipanggil Fitri lahir pada 20 April 1991 dari pasangan ayah M.Trianto dan ibu L. Krisnawati. Penulis merupakan anak bungsu, dan mempunyai seorang kakak perempuan yang terpaut usia 5 tahun. Penulis menghabiskan masa kecilnya hingga remaja di kota Tulungagung.

Menempuh pendidikan SD di Kampung Dalem 1 Tulungagung, melanjutkan ke SMP 1 Tulungagung dan SMA 1 Boyolangu. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan pendidikan S1nya pada tahun 2009 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Penulis yang hobi menggambar ini mengambil jurusan Arsitektur, profesi yang dari kecil sudah Penulis favoritkan. Selama masa S1 penulis aktif dalam kegiatan kepanitiaan dan organisasi di kampus. Salah satunya adalah di himpunan jurusan Arsitektur sebagai staf Pengabdian masyarakat dan staf Kewirausahaan. Setelah lulus S1 pada tahun 2013, penulis mendapatkan beasiswa *fresh graduate* dari Dikti untuk melanjutkan S2 di jurusan yang sama, Arsitektur. Dengan bidang keahlian yang diambil adalah Real Estate. Korespondensi penulis dapat dilakukan melalui email : [fitriahma204@gmail.com](mailto:fitriahma204@gmail.com).