

Pembangunan *Eco House*
di Banjarbaru

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi merupakan proporsi terbesar dalam penggunaan sumber daya alam, penggunaan lahan dan ekstraksi material. Di negara-negara OECD (Organisasi Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan), bangunan menyumbang untuk 25-40 % dari total penggunaan energi. Sektor konstruksi memberikan kontribusi hingga 40% pengurangan emisi gas rumah kaca, terutama dari penggunaan energi selama masa bangunan itu berdiri. Identifikasi peluang untuk mengurangi emisi ini telah menjadi prioritas dalam upaya global untuk mengurangi perubahan iklim.

Banyak peluang untuk perbaikan lingkungan hidup telah dicatat, termasuk manajemen, proses dan substitusi bahan. Diantaranya: redesain rumah untuk mengurangi konsumsi energi (baik aktif dan pasif), menggunakan rekayasa produk untuk menghasilkan produk dengan nilai yang lebih tinggi dari spesies kurang dikenal, daur ulang limbah pembongkaran, serta meningkatkan daya tahan produk (umur rumah akan semakin lama dari 75 – 100 tahun, ini berlaku terutama untuk kelembaban atau cuaca daerah terbuka).

Pada dasarnya, konstruksi rumah yang baik adalah konstruksi yang menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan, dalam hal ini rumah ramah lingkungan. Sangat disayangkan, kurang dari satu persen bangunan di Indonesia masih belum menerapkan konsep konstruksi berkelanjutan ini. Konstruksi berkelanjutan merupakan prinsip pembangunan yang diterapkan mulai dari pemanfaatan bahan baku, perencanaan, infrastruktur, dan pengelolaan limbah.

Konsep konstruksi berkelanjutan menekankan peningkatan efisiensi dalam penggunaan air, energi, dan material bangunan mulai dari desain, pembangunan, hingga pemeliharaan bangunan itu. Selain itu konstruksi berkelanjutan merupakan bagian dari pembangunan berkelanjutan yang merupakan proses pemeliharaan keseimbangan kehidupan secara ekologis, sosial, dan ekonomis.

Penggunaan bahan material sangat berperan besar dalam pelaksanaan konstruksi bangunan yang ramah lingkungan. Akibat pemanasan global berbagai inovasi produk industri terus berkembang dalam dunia bahan bangunan. Penggunaan material bangunan yang tepat dapat menghasilkan bangunan berkualitas yang ramah lingkungan.

Bahan dinding dipilih yang mampu menyerap panas matahari dengan baik. Batu bata alami atau fabrikasi batu bata ringan (campuran pasir, kapur, semen, dan bahan lain) memiliki karakteristik tahan api, kuat terhadap tekanan tinggi, daya serap air rendah, kedap suara, dan menyerap panas matahari secara signifikan. Beberapa produsen telah membuat produk dengan inovasi baru yang

meminimalkan terjadinya kontaminasi lingkungan, mengurangi pemakaian sumber daya alam tak terbarukan dengan optimalisasi bahan baku alternatif, dan menghemat penggunaan energi secara keseluruhan.

Eco house artinya rumah yang mengintegrasikan seluruh proses dalam kesatuan dengan mempertimbangkan akibatnya bagi lingkungan. Artinya, sejak awal proses desain, pembangunan dan pemanfaatan bangunan berbagai segi dipertimbangkan. *Eco house* mensyaratkan layout desain bangunan (10 %), konsumsi dan pengelolaan air bersih (10 %), pemenuhan energi listrik (30 %), bahan bangunan (15 %), kualitas udara dalam (20 %), dan terobosan inovasi (teknologi, operasional) sebesar 15 %.

Pembangunan konstruksi hemat energi dan ramah lingkungan harus murah, mudah, dan berdampak luas. Pengembangan kota hijau (*green city*), properti hijau (*green property*), bangunan hijau (*green building*), kantor/sekolah hijau (*green school/office*), hingga pemakaian produk hijau (*green product*) terus dilakukan untuk turut mengurangi pemanasan global dan krisis ekonomi global.

Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung mendorong pembangunan bangunan berarsitektur lokal terasa lebih ramah lingkungan dan selaras dengan lingkungan asal. Di dalamnya termasuk antara lain: desain bangunan hemat energi, membatasi lahan terbangun, layout sederhana, ruang mengalir, kualitas bangunan bermutu, efisiensi bahan, dan material ramah lingkungan (*green product*).

Sebagai kota yang disiapkan menjadi pusat Pemerintahan Provinsi Kalimantan Selatan, Kota Banjarbaru mulai mempersiapkan diri menyandang status baru sebagai sentral roda pemerintahan di provinsi setempat. Berbagai persiapan dilakukan Pemerintah Kota Banjarbaru untuk mengantisipasi pemindahan pusat pemerintahan yang secara bertahap telah dilaksanakan mulai Agustus 2011 seiring selesainya bangunan perkantoran Pemprov Kalsel yang berlokasi di Kecamatan Cempaka.

Kebijakan yang sudah disiapkan adalah menjaga kawasan di sekeliling pusat perkantoran Pemprov Kalsel yang luasnya mencapai 500 hektar dari bangunan-bangunan yang tidak sesuai peruntukannya. Kebijakan itu dituangkan dalam bentuk Peraturan Wali Kota yang mengatur luas tanah dan tata bangunan di sekeliling kawasan pusat perkantoran yang ditetapkan dalam bentuk zona atau ring dari ring satu hingga ring tiga dengan total luasan mencapai 2.000 hektar.

Untuk mengawasi pembangunan di kawasan pusat perkantoran dan sekitarnya maupun kawasan lain di seluruh wilayah Kota Banjarbaru, maka dibentuk Dinas Perumahan dan Tata Ruang yang bertanggungjawab melakukan pengawasan perumahan dan bangunan sesuai tata ruang kota. Dinas baru yang pembentukan organisasinya sudah disetujui DPRD dituangkan dalam bentuk Peraturan

Daerah itu, sudah mulai berjalan pada 2012 sehingga bisa mengatur kawasan perumahan dan bangunan sesuai aturan dan ketentuan yang ditetapkan.

Selain penataan bangunan di sekeliling pusat perkantoran, Pemkot Banjarbaru berkoordinasi dengan Pemprov Kalsel juga mempersiapkan infrastruktur jalan menuju titik pusat perkantoran yang di desain bisa melewati lima jalur masuk dari berbagai arah. Rencana jalan masuk itu mencapai 30 meter sehingga kendaraan nyaman dan leluasa memasuki kawasan pusat perkantoran yang akan menjadi kebanggaan masyarakat Banjarbaru maupun masyarakat Kalsel pada umumnya sebagai pusat pemerintahan provinsi tersebut.

Di sisi lain, pemindahan pusat pemerintahan provinsi Kalsel dari Banjarmasin ke Banjarbaru merupakan peluang sekaligus tantangan karena akan diikuti tumbuhnya berbagai aktivitas masyarakat di kota yang baru 11 tahun menyandang status otonomi penuh sejak 1999. Aktivitas sehari-hari masyarakat di bidang perekonomian dipastikan turut mendorong akselerasi pertumbuhan perekonomian kota yang berjarak 35 kilometer dari Kota Banjarmasin itu diikuti migrasi penduduk yang terlihat dari tingginya tingkat pertumbuhan penduduk dalam beberapa tahun terakhir. Bahkan, Badan Pusat Statistik Kota Banjarbaru menunjukkan pertumbuhan penduduk di kota yang berpenduduk mencapai 200 ribu jiwa itu merupakan yang tertinggi dibanding kabupaten dan kota lain di Kalsel dengan lalu pertumbuhan mencapai 5 persen per tahun.

Pemindahan pusat pemerintahan Kalsel dari Banjarmasin ke Banjarbaru membawa dampak lain yang cukup positif yakni banyaknya pembangunan perumahan yang bisa ditemui di hampir setiap sudut kota yang terbagi dalam lima wilayah kecamatan dan 20 kelurahan itu.

Pemerintah Kota (Pemkot) Banjarbaru sendiri sudah menerapkan kebijakan pengaturan luasan tanah setiap rumah yang dibangun termasuk fasilitas jalan dan fasilitas umum yang harus dipenuhi pengembang perumahan melalui pemenuhan syarat yang tertuang dalam Izin Peruntukan dan Penggunaan Lahan (IPPT). Setiap pengembang diwajibkan menyiapkan lahan 160 meter bagi satu rumah dengan lebar jalan lingkungan delapan meter dan fasilitas umum serta fasilitas sosial yang juga harus disediakan. Lokasinya juga terpencar di berbagai wilayah, ada yang relatif dekat dengan pusat perkantoran di sekitar wilayah Kelurahan Guntung Manggis, Cempaka dan Kelurahan Bangkal tetapi ada juga yang berdekatan dengan Jalan Trikora yang menjadi ruas jalan utama menuju pusat perkantoran.

Ada beberapa industri di Banjarbaru yang memiliki potensi limbah yang cukup besar dan belum dimanfaatkan secara optimal, antara lain industri lampit rotan. Industri lampit rotan di Kecamatan Landasan Ulin dan Kecamatan Banjarbaru Utara menghasilkan 43% limbah dari kegiatannya,

yaitu dalam bentuk serutan dan bilahan. Selama ini, limbah tersebut hanya dibakar saja setelah proses produksi selesai. Limbah ini berdasarkan penelitian awal mampu dibuat menjadi produk papan semen yang ramah lingkungan.

Mengingat terbatasnya bahan baku dan kondisi lingkungan hidup yang makin merosot, maka diperlukan inovasi untuk menghasilkan material konstruksi yang murah, hemat energi dalam proses produksinya, memiliki sifat keawetan yang tinggi serta sedikit menghasilkan karbon dioksida atau bahan-bahan berbahaya lainnya. Akhir-akhir ini, demi menciptakan produk yang berwawasan lingkungan para produsen dihadapkan pada aspek lain untuk dipertimbangkan, seperti daur hidup material, sumber daya alam yang diperlukan dalam proses produksi, dan dampak limbah produksi terhadap lingkungan.

Penciptaan produk ramah lingkungan karena mulai meningkatnya kepedulian konsumen akan produk yang berwawasan lingkungan. Pengguna produk mulai sadar akan dampak produk terhadap lingkungan, mulai dari proses produksinya, distribusi dan masa pemakaiannya, hingga saat akhir penggunaannya. Sehingga selain memilih yang terbaik untuk mereka, juga cenderung memilih yang terbaik bagi lingkungan.

Pemerintah melalui Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor: 403/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat menyatakan bahwa rumah merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia dan faktor penting dalam peningkatan harkat dan martabat manusia. Maka perlu diciptakan kondisi yang dapat mendorong pembangunan perumahan yang dapat terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat, yaitu pembangunan rumah yang dapat dilakukan secara bertahap (rumah tumbuh). Dengan kondisi tersebut diharapkan pengembang perumahan dapat menyediakan desain perumahan yang terjangkau dan mudah dikembangkan secara bertahap dan efisien.

Pengembang perumahan menekan harga jual rumah agar terjangkau masyarakat dengan cara menurunkan spesifikasi rumah, menerapkan pola-pola desain yang monoton serta kurang mempertimbangkan konsep rumah tumbuh. Usaha-usaha yang dilakukan pengembang perumahan tersebut ternyata menyebabkan rumah yang dijual kurang sesuai dengan tuntutan kebutuhan penghuni. Kebutuhan dasar penghuni yang belum terpenuhi pada rumah yang ditempati berakibat pada pembongkaran ruang, komponen-komponen rumah dan pengembangan ruang yang tidak efisien merupakan permasalahan mendasar dalam pengembangan rumah. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada perumahan di perkotaan ditemukan bahwa lebih kurang 80 % penghuni perumahan telah melakukan pengembangan terhadap desain rumah induk (Adi, 2000).

Dalam penelitian tersebut ada empat faktor utama yang mempengaruhi penghuni yaitu kebutuhan dasar penghuni, tuntutan strata penghuni, tuntutan status sosial, dan tuntutan perombakan dan penambahan komponen bangunan. Banyaknya penghuni perumahan yang melakukan pengembangan rumah, berarti rumah yang dibangun oleh pengembang tersebut kurang mampu berfungsi sebagai pemenuhan kebutuhan penghuni. Pengembangan yang dilakukan penghuni tersebut jelas akan menimbulkan biaya tambahan atas rumah tersebut padahal seharusnya rumah yang diterima konsumen dari pengembang masih bisa digunakan/difungsikan untuk beberapa tahun kemudian, sebelum pada akhirnya mereka melakukan pengembangan rumah. Sehingga perlu penerapan konsep renovable yang dapat mengefisiensikan ruang, biaya dan waktu dengan melihat pola pengembangan rumah yang dilakukan penghuni.

Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan suatu penelitian tentang kajian pengembangan rumah sederhana tipe 36 yang digunakan sebagai dasar penerapan konsep renovable pada perumahan di Kota Banjarbaru.

Pada akhirnya di tengah kenaikan harga bahan bakar minyak dan krisis ekonomi sekarang, cara pandang merencanakan atau merenovasi bangunan sudah harus mulai diubah. Bagaimana menghadirkan bangunan yang hemat (bahan bangunan, waktu, tenaga) yang berujung pada penghematan anggaran biaya dengan tetap menjaga kualitas dan tampilan bangunan, serta ramah lingkungan.

KERANGKA KERJASAMA KEGIATAN

Kegiatan pembangunan *eco house* di Banjarbaru ini rencananya akan banyak melibatkan peran serta akademisi, stake holders dan perangkat pemerintahan. Uraian kerangka kerjasama kegiatan ini dapat dilihat pada Tabel 1. berikut

Tabel 1. Kerangka Kerjasama Kegiatan

Kegiatan	Rincian	Rekan Kerjasama	Bentuk Kerjasama
Penyediaan Lahan	Luas lahan 10 x 16m	Pengembang Perumahan	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Jasa Konsultan Bangunan	Penggunaan Software <i>Ecotect</i> dan <i>Simapro</i> serta <i>Autocad</i>	Akademisi dari Departemen Arsitektur dan Departemen Teknik Sipil dan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat serta dari Program Studi Ilmu Kehutanan Minat Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Unlam	Simulasi model bangunan, simulasi rumah tumbuh ,pencahayaan, warna bangunan, sirkulasi udara, tanaman pekarangan, sanitasi,
Penyediaan Material Ramah Lingkungan	Papan Semen dan Batako Ringan	Akademisi dari Departemen Arsitektur dan Departemen Teknik Sipil dan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat serta dari Program Studi Ilmu Kehutanan Minat Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Unlam	Penelitian dan pengujian dan serta pembuatan material ramah lingkungan
Penyediaan Material Lainnya	Semen, pasir, koral, batu gunung, besi	Pengembang Perumahan	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Atap dan rangkanya	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Kusen, pintu dan jendela	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Cat Dinding	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Instalasi lantai dan bahan	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Instalasi sanitasi dan bahan	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Material Lainnya	Instalasi listrik dan bahan	Distributor terkait	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Tenaga Kerja dan Upah		Pengembang Perumahan	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyediaan Perizinan	IMB	Instansi terkait (Dinas Tata Kota)	Memiliki hak menjadikan iklan layanan masyarakat selama 5 tahun berturut-turut
Penyusunan Rancangan Peraturan Daerah tentang Rumah Ramah Lingkungan	Draft PD	Instansi terkait (Dinas Tata Kota)	

Analisis Desain Rumah di Banjarbaru

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Sesuai dengan satu di antara Misi Kota Banjarbaru yaitu melakukan peningkatan kualitas permukiman yang layak huni, representatif dan berwawasan lingkungan, maka ada beberapa tujuan dalam melaksanakan kegiatan ini:

- Melakukan analisis desain perumahan sederhana di Banjarbaru
Rencana kegiatan untuk *multiyears programs*:
- Membangun rumah sederhana dengan material ramah lingkungan.
- Membuat peraturan perundangan kebijakan pembangunan rumah ramah lingkungan

Manfaat

Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan:

- Memberikan masukan pada pengembang perumahan dan penghuni rumah berupa konsep desain *eco house* dan pola pengembangan yang efisien serta memasyarakatkan pemakaian material ramah lingkungan
- Memberikan manfaat bagi lingkungan karena akan terjadi upaya perbaikan kualitas lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan limbah industri di Banjarbaru
- Bagi perguruan tinggi, peneliti atau perorangan yang berminat dengan masalah perumahan, maka temuan kegiatan ini dapat dijadikan umpan balik dalam mengembangkan teori-teori atau konsep baru mengenai perumahan
- Bagi pemerintah/departemen yang terkait, hasil temuan kegiatan ini dapat dijadikan referensi menentukan kebijakan-kebijakan perumahan di masa mendatang.

KERANGKA OPERASIONAL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan ini menggunakan kerangka operasional sebagai berikut

Rancangan Penelitian

Penelitian ini berusaha menggambarkan masalah pengembangan rumah yang dilakukan oleh para penghuni rumah, khususnya rumah tipe-36 pada lokasi perumahan di Kota Banjarbaru. Penelitian ini dilakukan dengan mengadakan survey menggunakan instrumen berupa kuisisioner sebagai data pokok. Hasil penelitian memberikan gambaran tentang pengembangan rumah yang dilakukan penghuni didalam memenuhi kebutuhannya. Data hasil analisis berupa tuntutan kebutuhan penghuni dan data luasan ruang dan komponen yang dikembangkan penghuni, besar biaya akibat pengembangan pada rumah yang ditempatinya pada pengembang perumahan di Banjarbaru.

Data-data tersebut diatas dideskripsikan berdasarkan dari hasil kuisisioner yang telah ditabulasi. Dari data-data tersebut digunakan sebagai panduan untuk mengetahui konsep rumah yang mendekati tuntutan penghuni yang nantinya dianalisis berdasarkan konsep renovable yang berakibat pada efisiensi ruang, biaya dan waktu.

Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian

Menetapkan Populasi dan Sampel Penelitian

Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah perumahan tipe 36 di Kota Banjarbaru. Dari jumlah populasi yang ditarik sampel dengan menggunakan tiga tahapan yaitu:

1. Tahap pertama digunakan teknik *cluster sampling*, yaitu membagi wilayah Kota Banjarbaru menjadi Banjarbaru Utara, Landasan Ulin, Banjarbaru Selatan, Cempaka dan Liang Anggang. Dari perumahan tiap *cluster* dipilih secara *random* perumahan yang dijadikan sampel
2. Tahap Kedua digunakan *proportional sampling*, yaitu pada masing-masing bagian wilayah diambil sejumlah responden yang jumlah proposional terhadap banyalnya sampel yang diambil dengan jumlah penduduk yang telah melakukan pengembangan.
3. Tahap ketiga dari sampel yang telah ditentukan secara proposional tersebut kemudian diambil penghuni yang melakukan pengembangan secara random. Pengambilan sampel responden di setiap *cluster* pada tahap ketiga ini dilakukan dengan menggunakan teknik *random sampling*.

Tabel 2. Lokasi Pengambilan dan Jumlah Sampel

No.	Wilayah	Lokasi Perumahan	Jumlah Sampel
1.	Banjarbaru Utara	• Perumahan Balittan 1	35
		• Perumahan Asabri Sungai Ulin	18
		• Perumahan BPI	60
2.	Landasan Ulin	• Perumahan Asabri Tegal Arum	8
		• Perumahan Wengga Jaya	39
3.	Banjarbaru Selatan	• Perumahan Bumi Cahaya Bintang	38
		• Perumahan Galuh Marindu II	31
4.	Cempaka	• Perumahan Cempaka Permai	12

(Sumber : Rencana Penelitian)

Pembuatan Kuisiner

Pembuatan kuisiner untuk mengumpulkan data sampel yang kemudian dianalisis dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyusun daftar pertanyaan
2. Membuat format kuisiner
 - A. Tingkat Pengembangan
 - B. Biaya Pengembangan
 - C. Rentang waktu Pengembangan
 - D. Kebutuhan Penghuni
 - E. Karakteristik Penghuni.
3. Menetapkan Kategori Penilaian

Untuk lebih jelas mengenai variabel yang dijabarkan dalam kuisiner dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 3. Variabel Penelitian

No	VARIABEL	SUB VARIABEL	INDIKATOR	KOMPONEN
1	Tingkat Pengembangan	Besar Pengembangan berdasarkan Ruang Besarnya pengembangan	Persentasi luasan ruang - Perombakan ruang - Penambahan ruang Persentasi pengembangan	- Ruang Tamu - Ruang Makan - Ruang Tidur - Ruang Mandi - Dapur - dll - Atap / Kap

		Berdasarkan Komponen Bangunan	komponen-komponen bangunan	- Struktur + Dinding - Lantai - Pondasi - Plafond + List plafond - Kusen / Pintu / Jendela
2	Biaya Pengembangan		- Perombakan ruang - Penambahan ruang	Jutaan rupiah
3	Rentang Waktu Pengembangan		Perombakan dan penambahan ruang	bulan kemudian
4	Kebutuhan Penghuni	Kebutuhan fisik penghuni Kebutuhan psikis penghuni	Syarat ukuran luas ruang Pola Hubungan ruang Kemudahan Pemeliharaan Luas Perlengkapan Ruang Luas gerak beraktivitas Penerangan Ventilasi View ke luar Bentuk ruang(tampilan) Warna Bahaya Eksternal Bahaya internal	memenuhi leluasa mudah sesuai leluasa memadai sempurna menikmati memuaskan memuaskan aman kuat
5	Karakteristik Penghuni	Usia Tingkat pendidikan Jenis Pekerjaan Tingkat penghasilan Anggota keluarga / Penghuni Rumah	Muda, orang tua - Pendidikan Tinggi - SLTA Kebawah - Wiraswasta - Pegawai Tingkat penghasilan rata-rata perbulan Jumlah penghuni	21-35 th; 36-65 th; 51-65 th; > 65 th - Perguruan Tinggi / Akademi - SD, SLTP, SLTA Usaha sendiri - Pegawai negeri sipil / ABRI - Pegawai BUMN - Pegawai Swasta Besar penghasilan rata-rata kepala keluarga perbulan - Kepala keluarga - Anggota keluarga - Penghuni selain Keluarga

Melakukan Uji Coba Kuisisioner dan Perbaikan Kuisisioner

Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui isi kuisisioner yang dibuat benar-benar bisa dimengerti dan mudah dipahami serta tidak membingungkan responden.

Pelaksanaan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner yang telah disempurnakan dan pengumpulan terhadap desain rumah penghuni dan pola pengembangannya.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilaksanakan dengan tahapan *editing, coding dan tabulating*

Analisis Data

Data kuisisioner yang telah melalui tahap pengolahan data selanjutnya dianalisis dengan metode sebagai berikut

- 1 Uji Validitas Data
2. Uji Reliabilitas Data
3. Analisis Diskriptif

Analisis diskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data terhadap fakta yang didapat dilapangan/obyek penelitian berupa tingkat, biaya pengembangan, rentang waktu, kebutuhan penghuni, karakteristik penghuni, menggambarkan pola pengembangan rumah, menganalisis ruang, biaya dan waktu akibat pengembangan. Data analisis diskriptif disajikan berupa tabel dan grafik dari berbagai kategori penilaian berupa persentase frekuensi dan perhitungan rata-rata.

Hasil Analisis Data

Dari analisis diskriptif dilakukan interpretasi terhadap hasil analisis data dan membuat laporan akan temuan-temuan data hasil penelitian dalam bentuk uraian pembahasan yang kemudian dilakukan penerapan konsep *renovable* dan model pengembangan desain rumah tipe 36 berdasarkan data pada analisis diskriptif.

Membuat Kesimpulan

Bagian akhir dari penulisan berisi tentang kesimpulan dan saran-saran yang diajukan sebagai hasil dari pemecahan masalah.

BIAYA

Anggaran biaya kegiatan ini sebesar **Rp. 13.000.000,-** (*Tiga Belas Juta Rupiah*), dengan rincian sebagai berikut

Tabel 4. Anggaran Biaya Kegiatan

NOMOR	URAIAN PEMBIAYAAN	VOLUME	BIAYA SATUAN (Rp)	JUMLAH BIAYA (Rp)	KETERANGAN
	Belanja Operasional Kegiatan				
1	Uji Validitas Data	paket	1.000.000,00	1.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Arsitektur FT Unlam
2	Uji Realibilitas Data	paket	1.000.000,00	1.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Arsitektur FT Unlam
3	Analisis Ruang Pengembangan Rumah	paket	4.000.000,00	4.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Arsitektur FT Unlam
4	Analisis Biaya Pengembangan Rumah	paket	4.000.000,00	4.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Arsitektur FT Unlam
5	Analisis Waktu Pengembangan Rumah	paket	3.000.000,00	3.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Arsitektur FT Unlam
	Pembangunan Eco House di Banjarbaru	paket			[rencana untuk multiyears programs]Bekerjasama dengan satu di antara Pengembang Perumahan di Banjarbaru dan beberapa distributor material di Kalimantan Selatan
Total Biaya Keseluruhan				13.000.000,00	

ORGANISASI DAN JADWAL

Organisasi

Kegiatan ini dilaksanakan dengan susunan tim sebagai berikut

1. Ketua Tim : Adi Rahmadi, S.Hut., M.T.
2. Sekretaris : Bambang Mulyadi, S.P., M. Sc.
3. Staf Ahli
 - a. Bidang Lingkungan : Drs. Krisdianto, M.Sc.
 - b. Bidang Fisika Material : Dra. Ninis H. Haryanti, M.Si.
 - c. Bidang Rekayasa Pengelolaan Limbah : Ir. Henry Wardhana, M.T.
 - d. Bidang Perencanaan dan Tata Kota : Irwin Sylvari Yulian, S.T.

Jadwal

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai disetujuinya proposal sampai dengan serah terima laporan kegiatan, dengan alokasi waktu diuraikan pada tabel di bawah ini

Tabel 5. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	KEGIATAN	BULAN		
		1	2	3
1	Penyusunan dan Finalisasi Proposal Kegiatan	■		
2	Seminar Proposal Kegiatan	■		
3	Penentuan Sampel		■	
4	Pengumpulan Data		■	
5	Analisis Data		■	■
6	Pembuatan Draf Laporan			■
7	Seminar Hasil Kegiatan			■
8	Penyempurnaan Laporan Kegiatan			■
9	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Kegiatan			■
10	Serah Terima Laporan Kegiatan			■

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Deskriptif

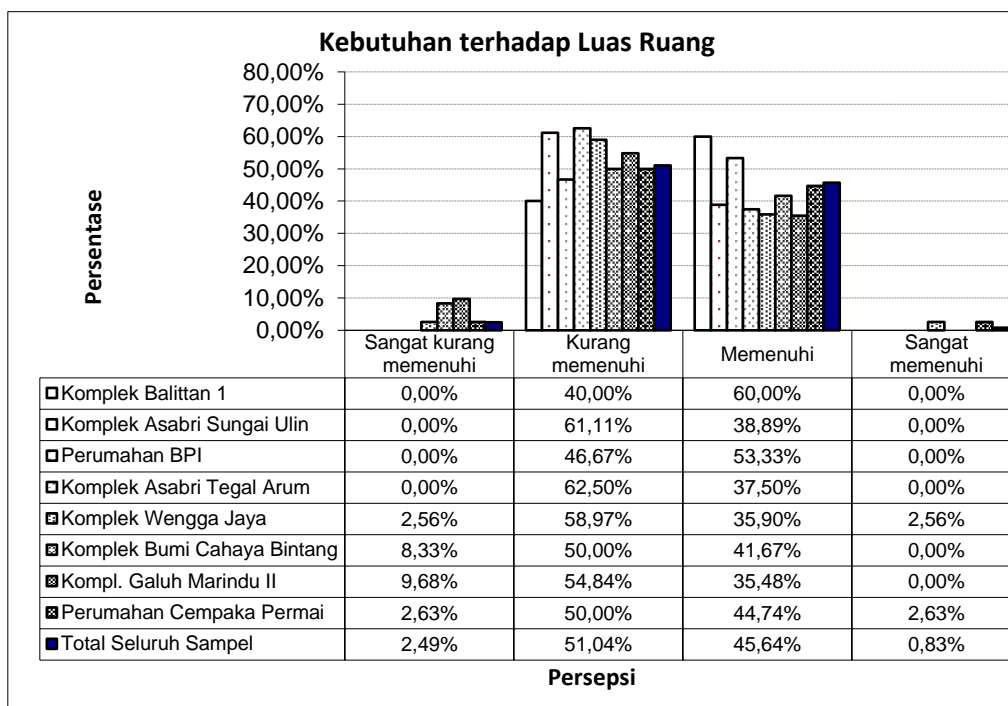
Berdasarkan analisis data menggunakan metode deskriptif dapat didapat hasil analisis sebagai berikut

1. Kebutuhan Dasar Penghuni yang Tidak Terpenuhi

a. Kebutuhan Fisik

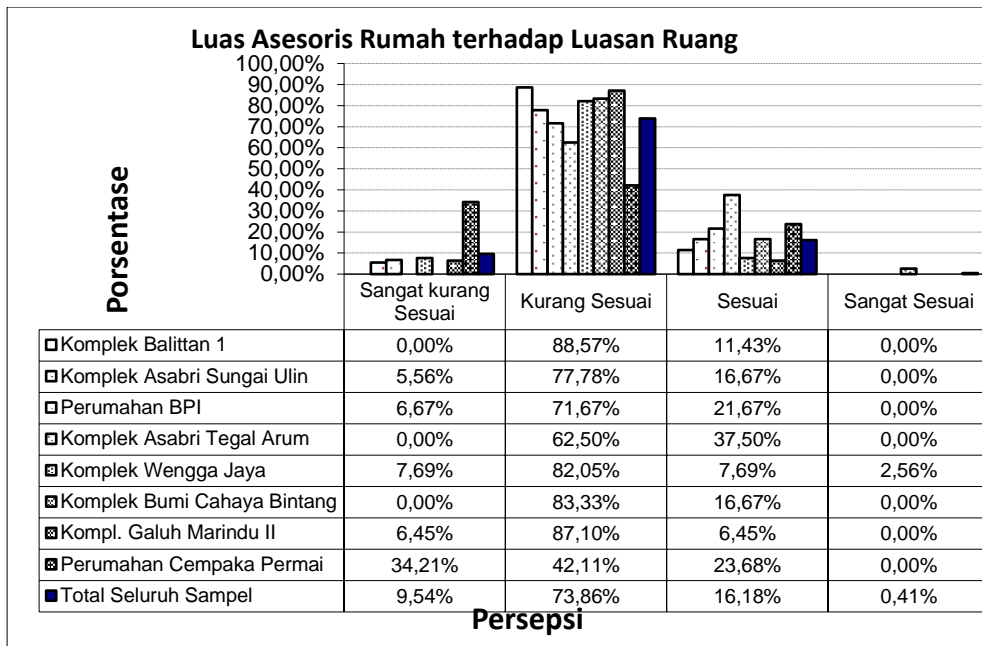
Dari seluruh sampel yang diteliti terdapat kebutuhan fisik penghuni yang kurang terpenuhi yaitu:

- Ukuran luas ruang yang ada pada rumah yang ditempati. Sebanyak 51,45% penghuni menyatakan kebutuhan akan luas ruang kurang terpenuhi.



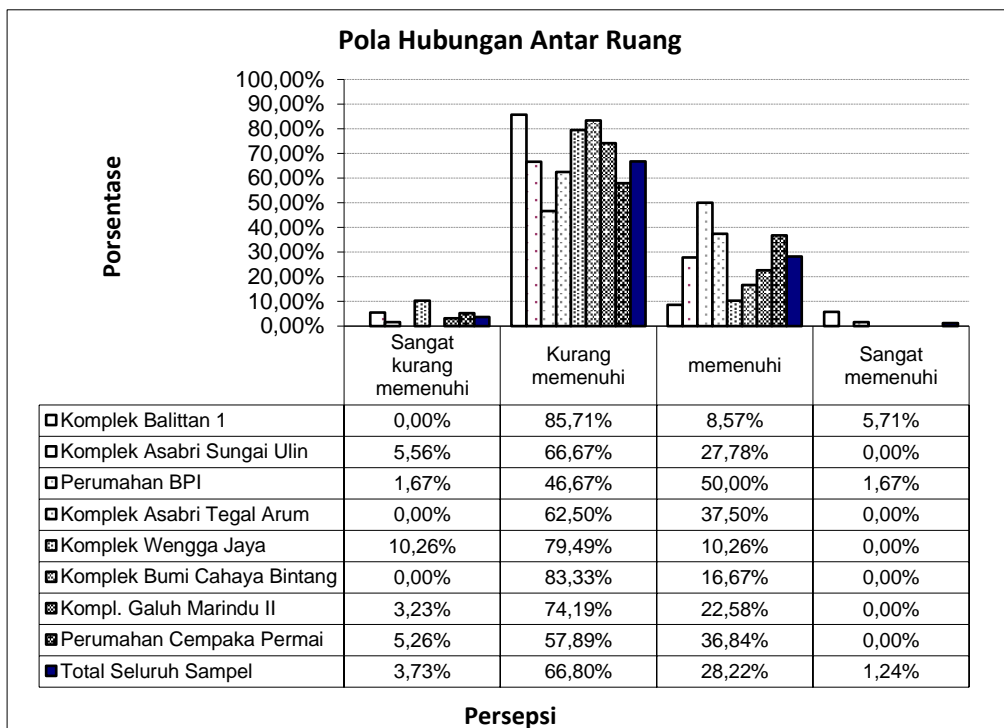
Gambar 1. Grafik Kebutuhan Responden terhadap Luas Ruang

- Luas perlengkapan rumah (aksesoris rumah) terhadap luas ruang yang ada di dalam rumah. Sebanyak 74,69% penghuni menyatakan luas perlengkapan rumah kurang sesuai terhadap luas ruang yang ada.



Gambar 2. Grafik Luas Aksesoris Rumah terhadap Luasan Ruangan

- Pola hubungan antara ruang pada rumah yang ditempati. Sebanyak 67,63% penghuni menyatakan kebutuhan ini kurang terpenuhi.

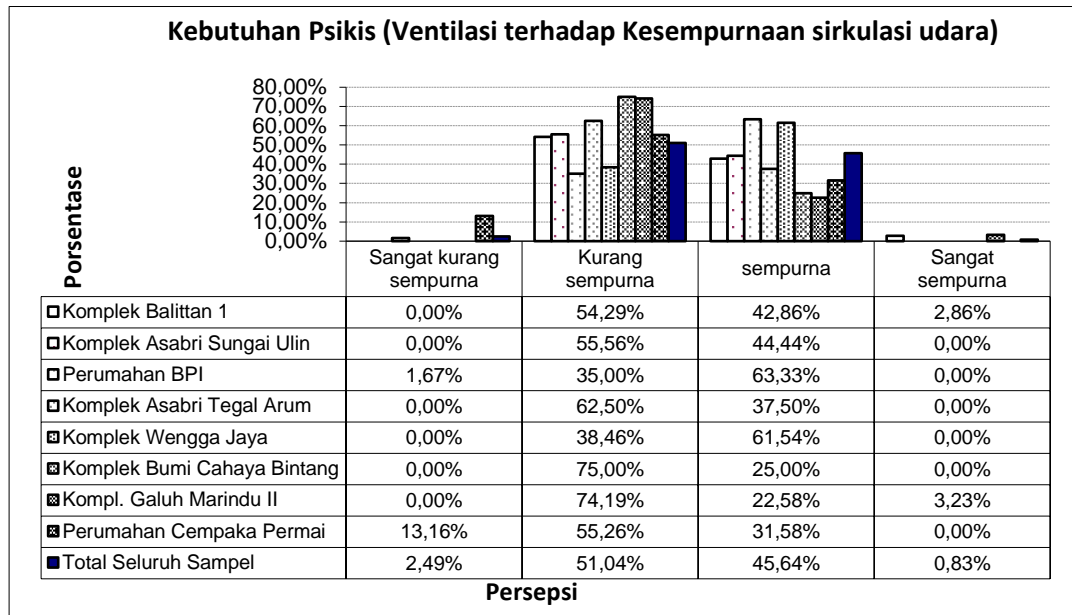


Gambar 3. Grafik Pola Hubung antar Ruang

b. Kebutuhan Psikis

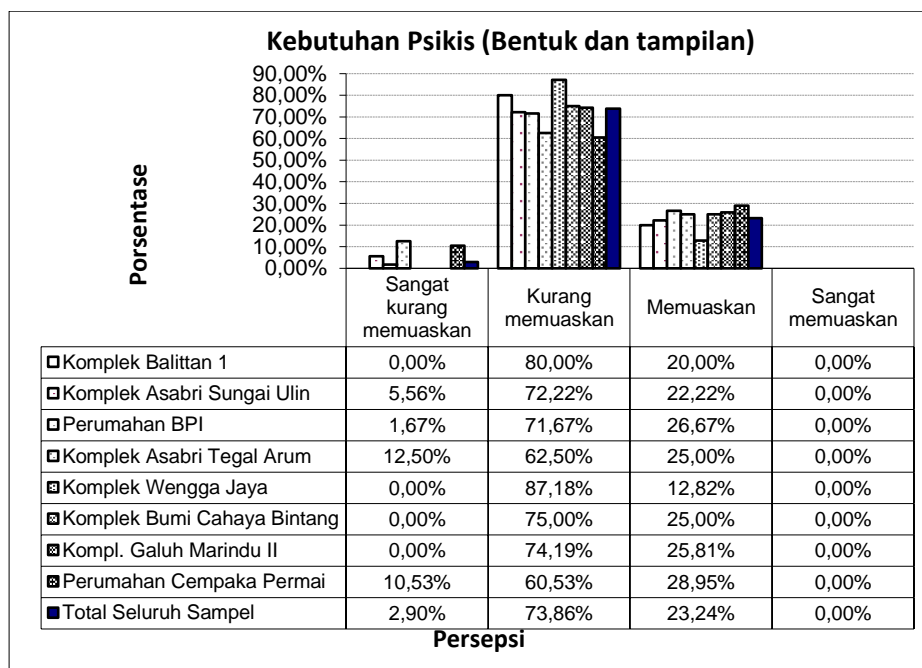
Dari seluruh sampel yang diteliti terdapat kebutuhan psikis penghuni yang kurang terpenuhi yaitu:

- Tingkat kesempurnaan ventilasi/angin-angin rumah. Sebanyak 51,45% penghuni menyatakan ventilasi/angin-angin rumah kurang sempurna.



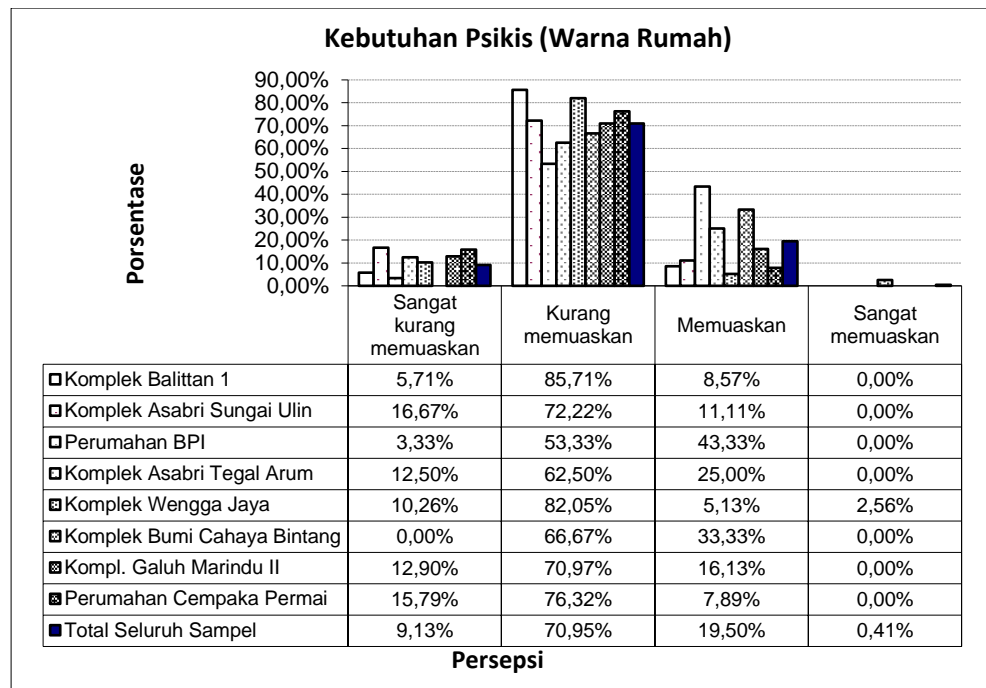
Gambar 4. Grafik Kebutuhan Psikis terhadap Kesempurnaan Sirkulasi Alam (Ventilasi)

- Bentuk dan tampilan (estetika). Sebanyak 73,66% penghuni menyatakan bentuk dan tampilan rumah kurang memuaskan.



Gambar 5. Grafik Kebutuhan Psikis terhadap Bentuk dan Tampilan Estetika Rumah

- Warna rumah. Sebanyak 71,37% penghuni menyatakan warna rumah kurang memuaskan.



Gambar 6. Grafik Kebutuhan Psikis terhadap Warna Rumah

2. Ruang dan Komponen Bangunan yang Dominan Direnovasi.
 - a. Ruang yang dominan dirombak adalah Ruang Keluarga (53,94%), Kamar Mandi/WC (51,04%) dan Ruang Tamu (21,16%) dengan besar luas rata-rata masing-masing adalah
 - Ruang Keluarga : 12,06 m²
 - KAMAR MANDI/WC : 3,74 m²
 - Ruang tamu : 9,00 m²

Adapun persentase perombakan jenis ruang lainnya sangat kecil, sehingga bisa diabaikan pengaruhnya terhadap pola renovasi rumah yang dilakukan penghuni rumah (responden).
 - b. Ruang yang dominan ditambah penghuni rumah adalah Ruang Dapur (87,55%) dan Ruang Makan (69,71%), dengan luas rata-rata masing-masing ruang adalah sebagai berikut:
 - Ruang Dapur : 6,88 m²
 - Ruang Makan : 6,98 m²

Adapun persentase penambahan jenis ruang lainnya sangat kecil, sehingga bisa diabaikan pengaruhnya terhadap pola renovasi rumah yang dilakukan penghuni rumah (responden).
 - c. Komponen bangunan yang dominan direnovasi akibat pola perubahan/renovasi ruang adalah sebagai berikut:
 - Dinding : 81,74 %

- Kusen Pintu / Jendela : 63,49 %
- Atap / Kap : 36,93 %
- Plafond : 25,73 %
- Lantai : 22,82 %
- Pondasi : 9,54 %

Hasil analisis pada ruang dan komponen bangunan rumah yang dominan direnovasi menunjukkan bahwa dapur dan ruang makan sangat diperlukan penghuni rumah. Ruang yang dominan dirombak oleh penghuni rumah seperti ruang tamu, ruang keluarga dan kamar mandi/wc menunjukkan bahwa pengembang perumahan kurang memperhatikan letak dan pola hubungan antar ruang apabila terjadi pengembangan rumah. Sehingga diperlukan pola hubungan ruang yang tidak perlu ada pembatas permanen antara ruang tamu dan ruang keluarga agar apabila terjadi perluasan ruang tidak perlu perombakan. Sedangkan untuk kamar mandi/wc perlu penempatan yang sesuai dengan aktifitas penghuni dan jangan menghalangi pandangan penghuni. Untuk meminimalkan perombakan dan perubahan pada komponen bangunan maka dibuat ruangan dengan fungsi optimal, perletakan dinding yang tepat dan bukaan yang fleksibel agar apabila terjadi pengembangan rumah tidak terlalu banyak terjadi perombakan.

3. Karakteristik Penghuni

Dari hasil analisis karakteristik penghuni dapat disimpulkan antara lain sebagai berikut:

- a. Usia Kepala Keluarga sebagian besar berusia 36 sampai 50 tahun.
- b. Pendidikan Kepala Keluarga sebagian besar tamatan SLTA.
- c. Jenis pekerjaan Kepala Keluarga sebagian besar swasta.
- d. Penghasilan rata-rata perbulan sebagian besar Rp. 1.000.000,- sampai dengan Rp. 2.500.000,-.
- e. Jumlah anggota keluarga sebagian besar responden berjumlah 4 orang yang terdiri dari 2 orang tua dan 2 orang anak.

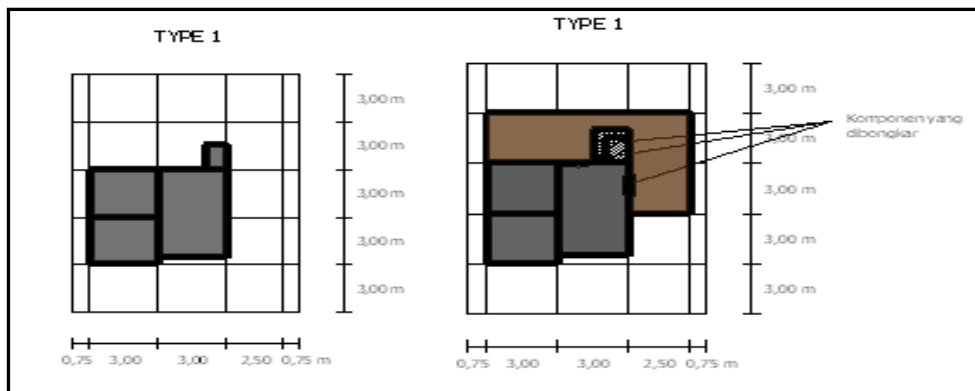
Dari karakteristik penghuni menunjukkan bahwa keluarga yang menempati rumah tipe 36 di Kota Banjarbaru termasuk keluarga muda. Dengan diketahui jumlah anggota keluarga sebanyak 4 orang berarti dapat ditentukan jumlah keperluan luasan ruang sesuai dengan aktivitas dan keperluannya (Surowiyono, 2003).

4. Pola Dasar dan Pengembangan Rumah yang Dilakukan Penghuni

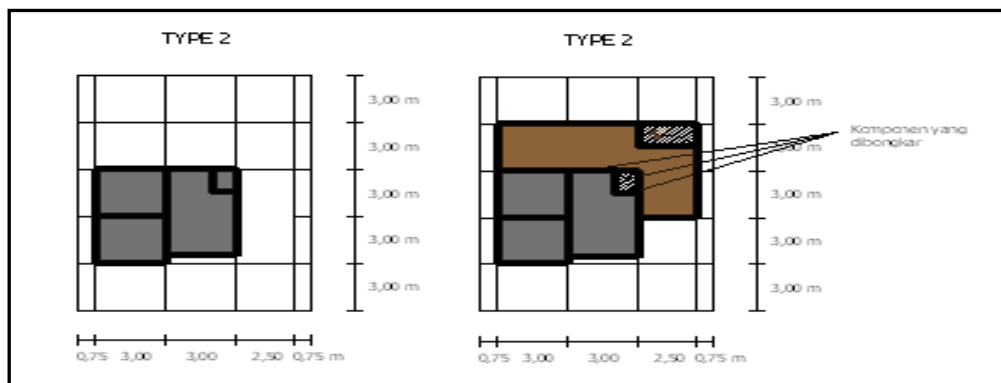
Berdasarkan hasil analisis, pola dasar rumah terbagi menjadi 3 tipe yaitu:

- a. Tipe 1, letak asal kamar mandi/wc berada dibelakang rumah. Tipe ini mengakibatkan terjadinya pembongkaran kamar mandi/wc dan dinding pada saat dilakukan pengembangan rumah. Lihat Gambar 4.30.
- b. Tipe 2, letak asal kamar mandi/wc berada didalam rumah bagian belakang. Tipe ini mengakibatkan terjadinya pembongkaran pada kamar mandi/wc dan dinding pada saat dilakukan pengembangan rumah. Lihat Gambar 4.31.
- c. Tipe 3, letak asal kamar mandi/wc berada didalam rumah bagian tengah antara dua kamar. Saat dilakukan pengembangan rumah, pada tipe ini hanya terjadi pembongkaran dinding bangunan. Lihat Gambar 4.32.

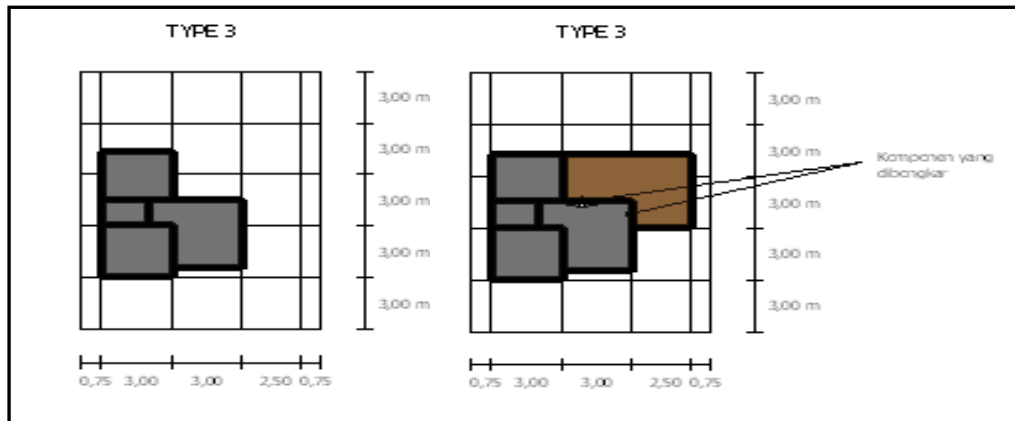
Dari ketiga tipe pola dasar rumah di atas, yang dijadikan dasar rancangan adalah tipe 3 karena tingkat renovasinya yang paling kecil.



Gambar 7. Pola Dasar dan Pengembangan Rumah Tipe 1 pada Objek Penelitian



Gambar 8. Pola Dasar dan Pengembangan Rumah Tipe 2 pada Objek Penelitian



Gambar 9. Pola Dasar dan Pengembangan Rumah Tipe 3 pada Objek Penelitian

Hasil analisis data tersebut di atas sebagai dasar untuk tahap selanjutnya yaitu penerapan konsep *renovable* pada rumah tipe 36 agar pemenuhan efisiensi ruang terpenuhi.

Konsep *Renovable* pada Rumah Tipe 36

Dasar rumah yang dijadikan dasar rancangan rumah *renovable* adalah tipe 3 karena tingkat renovasinya yang paling kecil. Dasar penerapan konsep *renovable* terdiri dari:

1. Ukuran Ruang

Ruang-ruang dalam konsep *renovable* menggunakan ukuran ruang minimal.

- a. Ruang Makan berukuran $4,5 \text{ m}^2$
- b. Ruang Dapur berukuran $4,25 \text{ m}^2$

2. Tampilan Bangunan

Konsep yang sederhana yang diharapkan dapat menyesuaikan dengan keinginan penghuni. Bentuk atap sederhana yakni jenis atap pelana. Fasad tidak banyak detail, minim dekoratif dan aksesoris, garis horisontal pada lisplank untuk memberikan bentuk lain pada tampilan bangunan. Konsep tampilan dapat menyesuaikan dengan pola pengembangan rumah (rumah tumbuh).

3. Tatahan Ruang

Organisasi ruang dibuat sesederhana mungkin agar tidak banyak pembatas ruang, sehingga dalam pengembangannya rumah dapat berkembang sesuai dengan konsep rumah tumbuh. Pembatas ruang menggunakan pembatas transparan, yaitu menggunakan material yang berfungsi ganda misalnya partisi atau rak dua muka yang tembus pandang.

4. Sirkulasi dan Pencahayaan

Sirkulasi udara dan pencahayaan dibuat optimal (hemat energi). Kesan transparan dibuat dengan menggunakan bukaan-bukaan (jendela dan kaca).

5. Warna rumah

Warna untuk eksterior (bagian luar) dan interior rumah menggunakan warna monokromatik dikombinasikan dengan permainan gradasi warna, seperti dari warna putih sampai hitam, dari warna krem sampai coklat, dan lain-lain.

Penerapan konsep *renovable* dapat dilihat dari Gambar 11., Gambar 12., Gambar 13., Gambar 14., dan Gambar 15.

Efisiensi Konsep *Renovable*

Berdasarkan analisis diatas maka dapat diketahui besar efisiensi rumah tipe 36 dengan konsep *renovable*, antara lain

1. Ruang

Apabila dilihat dari luasan rumah yang dikembangkan maka luas yang dikembangkan pada perumahan yang dijadikan sampel adalah 22,65 m² sedangkan rumah konsep *renovable* sebesar 11 m² maka :

Jumlah efisiensi ruang sebesar $22,65 \text{ m}^2 - 11 \text{ m}^2 = 11,65 \text{ m}^2$ (termasuk penambahan ruang teras belakang).

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan ruang pengembangan sebesar 11,65 m²

2. Biaya pengembangan

Apabila dibandingkan dengan total biaya pengembangan perumahan yang dijadikan sampel yaitu sebesar Rp 29.474.907,19, sedangkan rumah konsep *renovable* sebesar Rp. 11.627.508,2 maka efisiensi biaya yang didapat adalah:

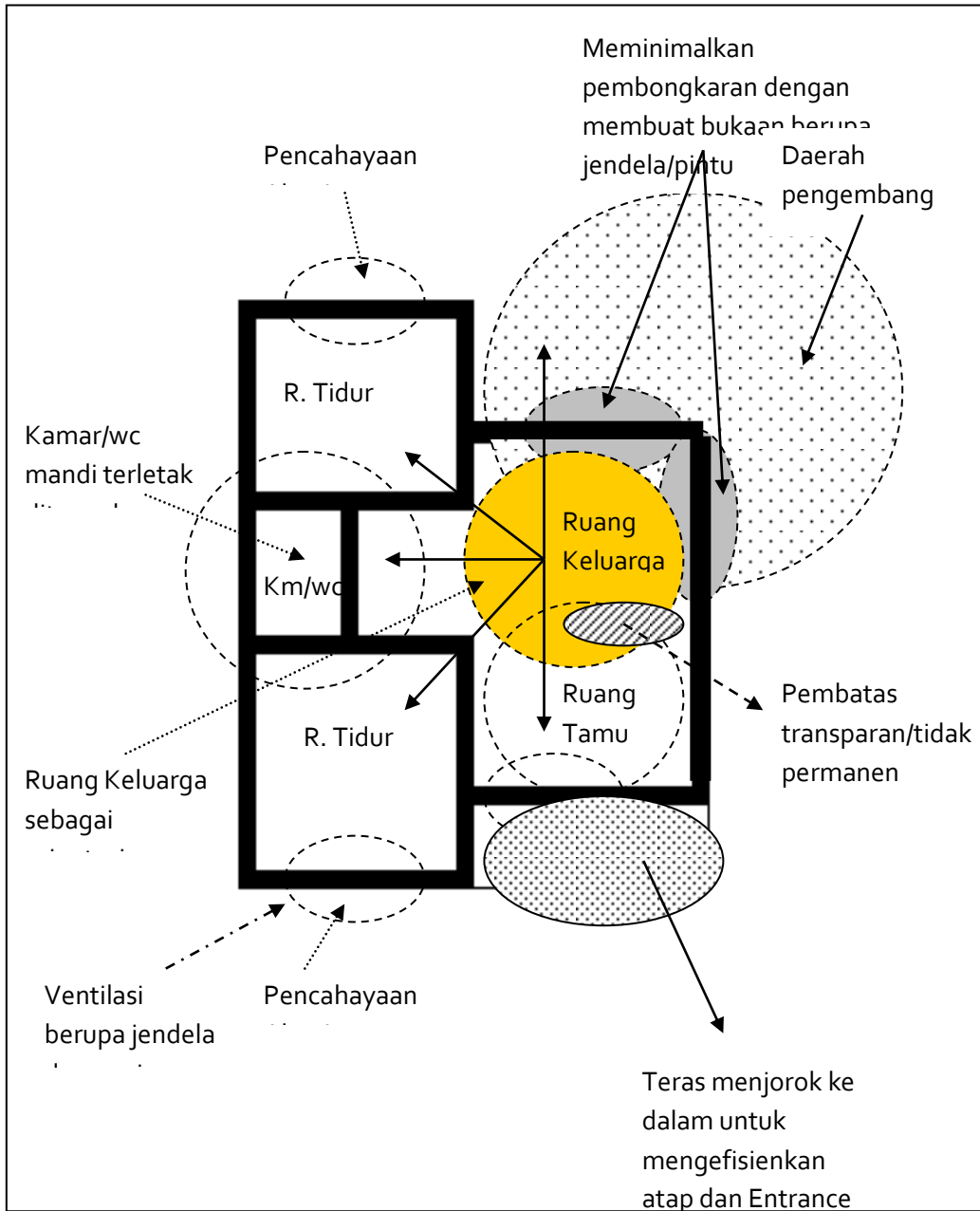
$\text{Rp. } 29.474.907,19 - \text{Rp. } 11.627.508,2 = \text{Rp. } 17.847.398,99$

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan biaya pengembangan sebesar Rp. 17.847.398,99.

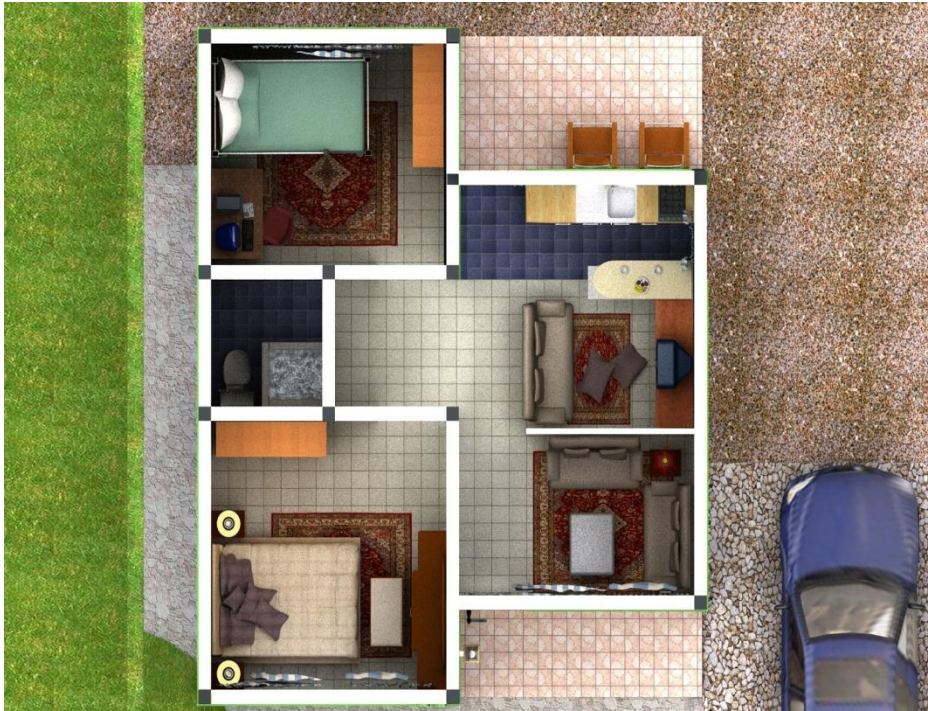
3. Waktu pelaksanaan

Apabila dibandingkan dengan waktu pengembangan perumahan yang dijadikan sampel yaitu sebesar 11 minggu maka efisiensi waktu yang didapat adalah: $11 \text{ minggu} - 8 \text{ minggu} = 3 \text{ minggu}$

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan waktu sebesar 3 minggu.



Gambar 10. Sketsa Konsep Desain *Renovable*



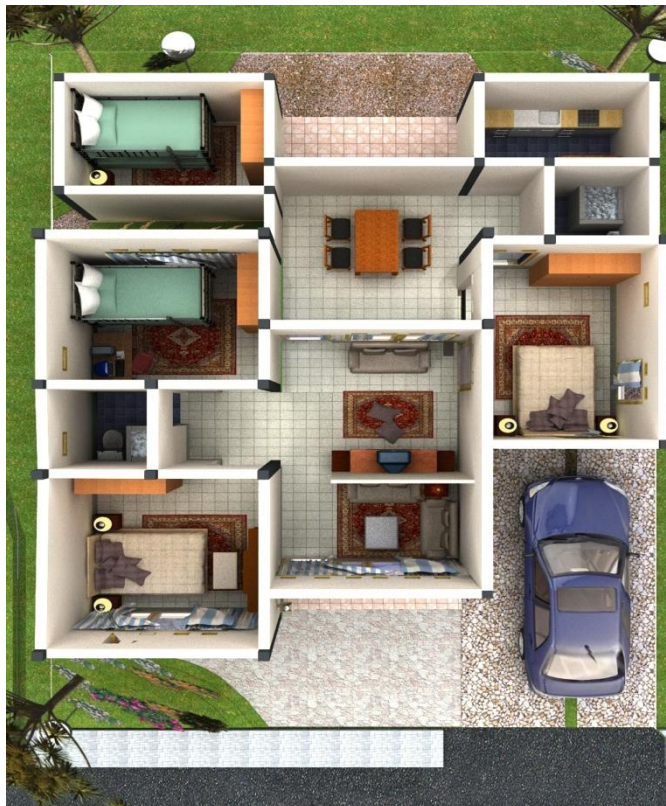
Gambar 11. Denah Desain Baru Konsep Desain *Renovable*



Gambar 12. Denah Tiga Dimensi Desain Baru Konsep Desain *Renovable*



Gambar 13. Denah Pengembangan 1 Konsep Desain *Renovable*



Gambar 14. Denah Pengembangan 2 Konsep Desain *Renovable*



Gambar 15. Tampak Depan Desain Baru Konsep Desain *Renovable*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kebutuhan dasar penghuni yang tidak terpenuhi yaitu kebutuhan fisik terdiri dari ukuran luas ruang yang ada pada rumah yang ditempati, luas perlengkapan rumah (aksesoris rumah) terhadap luas ruang yang ada didalam rumah, pola hubungan antara ruang pada rumah yang ditempati. Kebutuhan Psikis yang kurang memenuhi terhadap kebutuhan penghuni perumahan yaitu tingkat kesempurnaan ventilasi/angin-angin rumah, bentuk dan tampilan (estetika), warna rumah. Sehingga pola hubungan antar ruang perlu direncanakan agar fungsi ruang sesuai dengan luas ruangan dan pengolahan tampilan rumah seperti perencanaan warna rumah dan bentuk bukaan rumah (jendela, angin-angin dan pintu) yang lebih baik. Ruang dan komponen-komponen bangunan yang dominan dikembangkan adalah Ruang yang dominan dirombak adalah Ruang Keluarga (53,94%), Kamar Mandi/WC (51,04%) dan Ruang Tamu (21,16%). Ruang yang dominan ditambah penghuni rumah adalah Ruang Dapur (87,55%) dan Ruang Makan (69,71%). Komponen bangunan yang dominan dikembangkan akibat pola perubahan/pengembangan ruang adalah dinding 81,74%, Kusen Pintu / Jendela 63,49%, Atap / Kap 36,93%, Plafond 25,73%, Lantai 22,82%, Pondasi 9,54%. Untuk meminimalkan perombakan dan perubahan pada ruangan dan komponen bangunan maka dibuat ruangan dengan fungsi optimal, perletakan dinding dan bukaan yang fleksibel agar apabila terjadi pengembangan rumah tidak merombak terlalu banyak.
2. Pola dasar dan pengembangan rumah terbagi menjadi 3 tipe yaitu
 - Tipe 1, pada tipe ini kamar mandi/wc terletak di belakang rumah
 - Tipe 2, pada tipe ini kamar mandi/wc terletak didalam rumah bagian belakang
 - Tipe 3, pada tipe ini kamar mandi/wc terletak didalam rumah bagian tengah diantara 2 kamarDari ketiga tipe pola dasar dan pengembangan rumah maka tipe 3 yang dapat dijadikan dasar rancangan karena tipe 3 termasuk tingkat pengembangan kecil. Perumahan yang memenuhi kriteria penilaian tingkat pengembangan kecil seperti tipe 3 tersebut adalah Perumahan BPI di Kecamatan Banjarbaru Utara.
3. Penerapan konsep *renovable* yang diterapkan pada rumah tipe 36 adalah sebagai berikut
 - a. Kebutuhan Ruang, ruang-ruang yang ada menggunakan ukuran minimal seperti ruang tamu berukuran 6 m², ruang keluarga berukuran 6 m², ruang tidur utama berukuran 9 m², ruang tidur anak berukuran 7,5 m², ruang makan berukuran 4,5 m², ruang dapur berukuran 4,25 m², kamar mandi/wc berukuran 2,25 m² sampai 3 m².
 - b. Tampilan Bangunan, tampilan bangunan dibuat sederhana dan minimal dalam penggunaan detail tampilan serta dapat menyesuaikan dengan pola pengembangan rumah.

- c. Tatanan Ruang, organisasi ruang dibuat sesederhana mungkin agar tidak banyak pembatas ruang dan agar dalam pengembangannya rumah dapat berkembang sesuai dengan konsep rumah tumbuh.
 - d. Sirkulasi dan Pencahayaan, sirkulasi udara dan pencahayaan dibuat optimal (hemat energi), kesan transparan dibuat dengan menggunakan bukaan-bukaan (jendela dan kaca).
 - e. Warna, warna untuk eksterior (bagian luar) dan interior rumah menggunakan warna monokromatik dikombinasikan dengan permainan gradasi warna.
4. Besar efisiensi rumah tipe 36 dengan konsep *renovable* dapat mengefisiensikan:
- a. Ruang pengembangan sebesar 11,65 m²
 - b. Biaya pengembangan sebesar Rp. 17.847.398,99.
 - c. Waktu pelaksanaan sebesar 3 minggu.

Saran-Saran

Mengacu pada kesimpulan di atas, maka dapat dikemukakan beberapa saran antara lain

1. Studi ini dapat dilanjutkan dengan penelitian pada pengembangan rumah yang lebih besar dari tipe 36.
2. Studi ini dapat dilanjutkan dengan penelitian pada pengembangan rumah yang ditekankan pada segi struktur dan material bangunan.
3. Studi ini dapat dilanjutkan dengan penelitian terhadap upaya meminimalkan biaya pembangunan rumah tipe 36 berkonsep minimalis ditinjau dengan *Value Engeneering*.

Analisis Data Material Rumah Ramah Lingkungan

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Sesuai dengan satu di antara Misi Kota Banjarbaru yaitu melakukan peningkatan kualitas permukiman yang layak huni, representatif dan berwawasan lingkungan, maka ada beberapa tujuan dalam melaksanakan kegiatan ini:

- Menentukan potensi limbah sebagai material ramah lingkungan (industri lampit rotan untuk membuat papan semen) dan memenuhi syarat SNI
- Rencana kegiatan untuk *multiyears programs*:
- Membangun rumah sederhana dengan material ramah lingkungan.
 - Membuat peraturan perundangan kebijakan pembangunan rumah ramah lingkungan

Manfaat

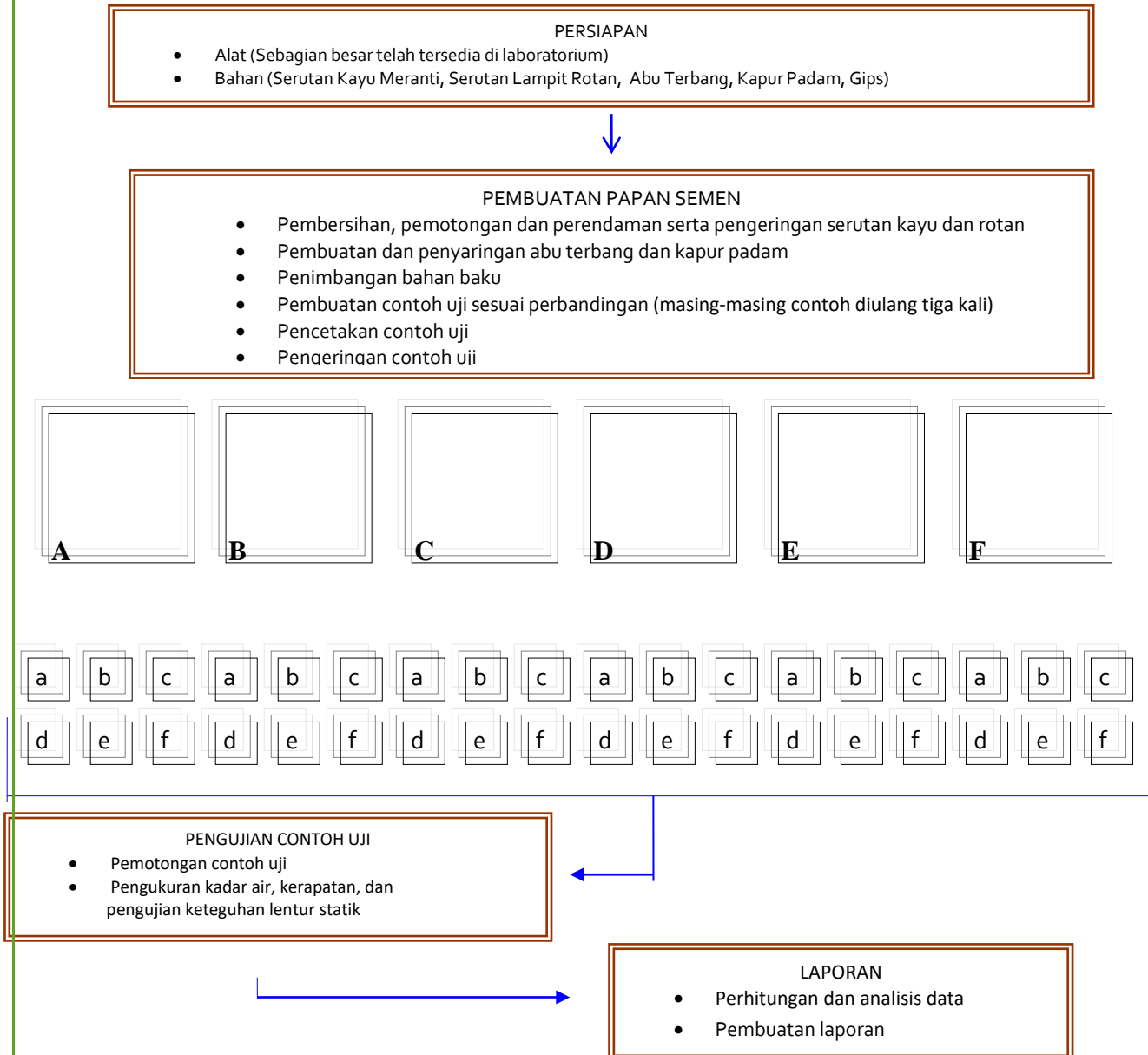
Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan:

- Memberikan masukan pada pengembang perumahan dan penghuni rumah berupa konsep desain *eco house* dan pola pengembangan yang efisien serta memasyarakatkan pemakaian material ramah lingkungan
- Memberikan manfaat bagi lingkungan karena akan terjadi upaya perbaikan kualitas lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan limbah industri di Banjarbaru
- Bagi perguruan tinggi, peneliti atau perorangan yang berminat dengan masalah perumahan, maka temuan kegiatan ini dapat dijadikan umpan balik dalam mengembangkan teori-teori atau konsep baru mengenai perumahan
- Bagi pemerintah/departemen yang terkait, hasil temuan kegiatan ini dapat dijadikan referensi menentukan kebijakan-kebijakan perumahan di masa mendatang.

KERANGKA OPERASIONAL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan ini menggunakan kerangka operasional sebagai berikut

- ❑ Secara skematis tahapan kegiatan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Skematis tahapan kegiatan penelitian

Keterangan:

- A=p.s. serutan kayu dgn perekat pozolan kapur,
- B=p.s. serutan kayu dgn perekat pozolan gips,
- C=p.s. serutan kayu dgn perekat pozolan kapur gips,
- a= berat serutan 50 gr dgn komp. kadar perekat 2:1,
- b= berat serutan 50 gr dgn komp. kadar perekat 1:1,
- c= berat serutan 50 gr dgn komp. kadar perekat 1:2,
- D= p.s. serutan rotan dgn perekat pozolan kapur
- E= p.s. serutan rotan dgn perekat pozolan gips
- F= p.s. serutan rotan dgn perekat pozolan kapur gips
- d= berat serutan 100 gr dgn komp. kadar perekat 2:1
- e= berat serutan 100 gr dgn komp. kadar perekat 1:1
- f= berat serutan 100 gr dgn komp. kadar perekat 1:2

❑ Analisis Data Material Ramah Lingkungan [papan semen]:

- Analisis data statistik: [[SNI 03-2104-1991; Sifat Fisik (Kadar Air (max. 14%), Kerapatan (min. 0.57 gr/cm³)); Sifat Mekanik: Keteguhan Lentur Statik (min. 17 kg/cm²));

BIAYA

Anggaran biaya kegiatan ini sebesar **Rp. 34.000.000,-** (*Tiga Puluh Empat Juta Rupiah*), dengan rincian sebagai berikut

Tabel 6. Anggaran Biaya Kegiatan

NOMOR	URAIAN PEMBIAYAAN	VOLUME	BIAYA SATUAN (Rp)	JUMLAH BIAYA (Rp)	KETERANGAN
	Belanja Operasional Kegiatan				
1	Pengadaan bahan contoh uji	paket	3.000.000,00	3.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
2	Pengujian pendahuluan bahan contoh uji	paket	6.000.000,00	6.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
3	Pembuatan contoh uji (180 contoh uji)	paket	8.000.000,00	8.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
4	Pengujian sifat fisik papan semen (kadar air, kerapatan, pengembangan tebal)	paket	6.000.000,00	6.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
5	Pengujian sifat mekanik papan semen (MOE dan MOR)	paket	6.000.000,00	6.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
6	Analisis statistik hasil pengujian	paket	5.000.000,00	5.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
Total Biaya Keseluruhan				34.000.000,00	

ORGANISASI DAN JADWAL

Organisasi

Kegiatan ini dilaksanakan dengan susunan tim sebagai berikut

1. Ketua Tim : Adi Rahmadi, S.Hut., M.T.
2. Sekretaris : Bambang Mulyadi, S.P., M. Sc.
3. Staf Ahli
 - a. Bidang Lingkungan : Drs. Krisdianto, M.Sc.
 - b. Bidang Fisika Material : Dra. Ninis H. Haryanti, M.Si.
 - c. Bidang Rekayasa Pengelolaan Limbah : Ir. Henry Wardhana, M.T.
 - d. Bidang Perencanaan dan Tata Kota : Irwin Sylvari Yulian, S.T.

Jadwal

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai disetujuinya proposal sampai dengan serah terima laporan kegiatan, dengan alokasi waktu diuraikan pada tabel di bawah ini

Tabel 7. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	KEGIATAN	BULAN		
		1	2	3
1	Penyusunan dan Finalisasi Proposal Kegiatan	■		
2	Seminar Proposal Kegiatan	■		
3	Penentuan Sampel		■	
4	Pengumpulan Data		■	
5	Analisis Data		■	■
6	Pembuatan Draf Laporan			■
7	Seminar Hasil Kegiatan			■
8	Penyempurnaan Laporan Kegiatan			■
9	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Kegiatan			■
10	Serah Terima Laporan Kegiatan			■

ANALISIS DATA MATERIAL

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum pembuatan contoh uji. Penelitian yang dilaksanakan adalah analisis kimia bahan abu terbang dan kapur padam di laboratorium Dinas Pertambangan dan Energi Kalimantan Selatan, Banjarbaru.

1. Abu terbang;

Secara kimia abu terbang yang diperoleh dari PLTU Asam-asam terdiri dari SiO_2 (43.02%), Fe_2O_3 (5.94%), Al_2O_3 (21.61%) dan $HB = 7.04$. Dari data tersebut diketahui bahwa jumlah ketiga senyawa utamanya adalah 70.57%. Jadi dapat dikatakan bahwa secara kimia abu terbang untuk penelitian ini telah memenuhi syarat sebagai pozolan untuk pembuatan semen pozolan kapur, yaitu syarat minimalnya adalah 70% untuk ketiga senyawa di atas.

Selanjutnya, diketahui juga bahwa asal batubara yang dipakai di industri semen ini termasuk dalam kelas C berdasarkan standar ASTM C 618-96, artinya abu terbang yang dihasilkan berasal dari pembakaran batubara jenis lignit atau subbituminus, yang mempunyai sifat pozolan dan sifat menyerupai semen dengan kadar kapur di atas 10%. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, maka abu terbang memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai bentuk bahan konstruksi dan bahan bangunan.

2. Kapur padam;

Kapur padam yang digunakan juga telah memenuhi syarat untuk dibuat menjadi semen pozolan kapur karena syarat minimalnya, yaitu $\text{CaO} + \text{MgO}$ aktif minimal 65%. Data yang diperoleh dari pengujian adalah 70.89%. Kapur padam yang digunakan, menurut SNI 03-2097-1991 termasuk kelas mutu I karena memiliki kehalusan sisa di atas ayakan 4,76 mm maks. 0%.

Pembuatan Contoh Uji Papan Semen

Pembuatan contoh uji, pengukuran kadar air dan kerapatan contoh uji papan semen serta pengujian keteguhan lentur statik papan semen dilaksanakan di workshop fisik-mekanik Prodi Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.



Gambar 17. Contoh uji papan semen serutan kayu dengan perekat semen pozolan kapur



Gambar 18. Pemotongan contoh uji papan semen



Gambar 19. Contoh uji yang dimasukkan ke dalam oven untuk pengukuran kadar air dan kerapatan



Gambar 19. Pengujian keteguhan lentur statik dengan alat *universal testing machine*

Papan Semen Serutan Kayu dengan Perekat Pozolan Kapur

Hasil pengukuran kadar air papan semen serutan kayu dengan menggunakan perekat pozolan kapur dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data kadar air serutan kayu dengan perekat pozolan kapur (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104- 1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	-	-	-	<i>Maks 14</i>
	2	-	-	-	
	3	-	-	-	
A ₂	1	-	-	-	
	2	-	-	-	
	3	-	-	-	

Keterangan:

A₁ = serutan kayu 50 gr

A₂ = serutan kayu 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur padam

Nilai semua taraf faktor untuk pengukuran kadar air pada Tabel 8. semuanya tidak ada. Hal ini terjadi karena pada pembuatan papan semen dengan menggunakan jenis serutan kayu baik dengan berat 50 gr dan 100 gr tidak mampu merekat sempurna dengan perekat semen pozolan kapur pada ketiga perbandingan yang digunakan, sehingga hancur pada saat dipotong untuk membuat contoh uji kadar air. Hancurnya papan semen serutan kayu dengan perekat semen pozolan kapur pada saat pembuatan contoh uji mengakibatkan pengukuran terhadap kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statik juga tidak dapat dilakukan.

Hal ini dapat terjadi antara lain karena masih adanya zat ekstraktif di dalam kayu meranti merah ini yang menyebabkan terhalangnya pori-pori kayu berikatan dengan semen seperti yang diteliti oleh Smith (1999). Zat ekstraktif ini diperkirakan yang bukan berasal dari gula, tanin, dan minyak karena dengan komposisi kadar gula, tanin dan minyak yang mirip dengan rotan, ternyata rotan mampu berikatan dengan perekat pozolan kapur yang dipakai. Selain itu, kurangnya informasi dari jenis meranti merah yang dipakai pada limbah industri tersebut juga menyulitkan pemecahan masalah. Masalah-masalah ini dapat diatasi dengan perendaman air panas serutan kayu selama 30 menit (Sumaryoto & Pujilestari, 2000) untuk melarutkan zat ekstraktif tersebut atau dengan cara mineralisasi menurut penelitian yang dicoba Seleng (1999), yaitu dengan melakukan perendaman atau penyemprotan dengan air kapur atau larutan kalsium klorida. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan daya ikat atau daya rekatnya.

Faktor-faktor dalam kayu itu sendiri yang juga mempengaruhi dalam membentuk ikatan perekat dengan semen antara lain kadar air dalam kayu dan porositas kayu yang terlalu tinggi (Prayitno, 1995).

Papan Semen Serutan Kayu dengan Perekat Pozolan Gips

Hasil pengukuran kadar air, kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statik untuk papan semen serutan kayu dengan menggunakan perekat pozolan gips dapat dilihat pada Tabel 9., Tabel 10. dan Tabel 11.

Tabel 9. Data kadar air serutan kayu dengan perekat pozolan gips (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104-1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	15.88	-	13.14	<i>Maks 14</i>
	2	14.97	-	13.51	
	3	15.94	-	14.41	
A ₂	1	13.77	-	9.44	
	2	10.69	-	8.77	
	3	13.45	-	8.98	

Keterangan:

A₁ = serutan kayu 50 gr

A₂ = serutan kayu 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips

Hanya perlakuan A1B1, A2B1, A1B3 dan A2B3 yang menghasilkan nilai kadar air. Dari keempat perlakuan tersebut perlakuan A2B1, A1B3 dan A2B3 yang memenuhi syarat SNI dengan nilai kadar air terendah ada pada perlakuan A2B3 dan tertinggi pada perlakuan A1B3. Perlakuan A1B2 dan A2B2 tidak mempunyai nilai karena papan semen hancur pada saat dipotong untuk dibuat contoh uji, sedangkan A1B3 dan A2B3 patah saat pengujian keteguhan lentur statik.

Dari Tabel 9. terlihat adanya penurunan kadar air dengan semakin bertambahnya kadar gips yang diberikan dalam setiap penambahan bahan serutan kayu. Ini diperkirakan karena gips lebih reaktif untuk mengikat air bebas yang ada pada contoh uji.

Menurut Wardani (1998), setiap terjadi kenaikan kadar air, maka semakin menurun kerapatan dari papan semen yang dibuat. Namun, hal tersebut tidak terjadi dalam penelitian ini karena perbedaan perekat yang digunakan. Seperti yang telah diketahui sebelumnya bahwa selama ini penelitian pembuatan papan semen selalu menggunakan semen portland sebagai perekatnya. Dalam penelitian ini digunakan semen pozolan kapur yang bahan pembuatnya adalah kapur padam yang masih banyak mengandung kadar air, sehingga setiap terjadi penambahan kapur padam, maka terjadi kenaikan nilai kadar air dan penurunan kerapatan.

Tabel 10. Data kerapatan serutan kayu dengan perekat pozolan gips (gr/cm^3)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	0.79	-	0.87			<i>Min 0.57</i>
	2	0.91	-	0.80			
	3	0.79	-	0.76			
Sub total		2.49	-	2.43	4.92		
Rerata		0.83	-	0.81	1.64	0.82	
A ₂	1	0.94	-	0.88			
	2	0.94	-	0.84			
	3	0.87	-	0.77			
Sub total		2.75	-	2.49	5.24		
Rerata		0.92	-	0.83	1.75	0.88	
Total		5.24	-	4.92	10.16		
Rerata		0.87	-	0.82	1.69	0.85	

Keterangan:

A₁ = serutan kayu 50 gr

A₂ = serutan kayu 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips

Tabel 11. Data keteguhan lentur statik serutan kayu dengan perekat pozolan gips (kg/cm^2)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104- 91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	23.06	-	-			<i>Min 17</i>
	2	20.49	-	-			
	3	18.88	-	-			
Sub total		62.43	-	-	62.43		
Rerata		20.81	-	-	20.81	20.81	
A ₂	1	17.10	-	-			
	2	12.01	-	-			
	3	7.39	-	-			
Sub total		36.50	-	-	36.50		
Rerata		12.17	-	-	12.17	12.17	
Total		98.93	-	-	98.93		
Rerata		16.49	-	-	16.49	16.49	

Keterangan:

A₁ = serutan kayu 50 gr

A₂ = serutan kayu 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips

Papan Semen Serutan Kayu dengan Perekat Pozolan Kapur Gips

Hasil pengukuran kadar air papan semen serutan kayu dengan menggunakan perekat pozolan kapur gips dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Data kadar air serutan kayu dengan perekat pozolan kapur gips (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104-1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	-	-	-	<i>Maks 14</i>
	2	-	-	-	
	3	-	-	-	
A ₂	1	-	-	-	
	2	-	-	-	
	3	-	-	-	

Keterangan:

A₁ = serutan kayu 50 gr

A₂ = serutan kayu 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur padam+gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur padam+gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur padam+gips

Semua contoh uji untuk pembuatan papan semen serutan kayu dengan perekat semen pozolan kapur gips juga hancur, sehingga tidak ada pengukuran untuk kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statiknya. Hal ini disebabkan mirip dengan yang terjadi dengan pembuatan papan semen serutan kayu dengan menggunakan perekat semen pozolan kapur. Artinya, alasan-alasan yang mengakibatkannya juga tidak jauh berbeda dengan papan semen jenis tersebut.

Papan Semen Serutan Rotan dengan Perekat Pozolan Kapur

Hasil pengukuran kadar air, kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statik untuk papan semen serutan rotan dengan menggunakan perekata semen pozolan kapur dapat dilihat pada Tabel 13., Tabel 14. dan Tabel 15.

Tabel 13. Data kadar air serutan rotan dengan perekat pozolan kapur (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104-1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	8.99	11.94	16.23	<i>Maks 14</i>
	2	9.67	12.08	15.56	
	3	9.25	12.74	16.66	
A ₂	1	19.09	18.45	20.11	
	2	18.12	19.87	20.02	
	3	18.76	19.66	19.87	

Keterangan:

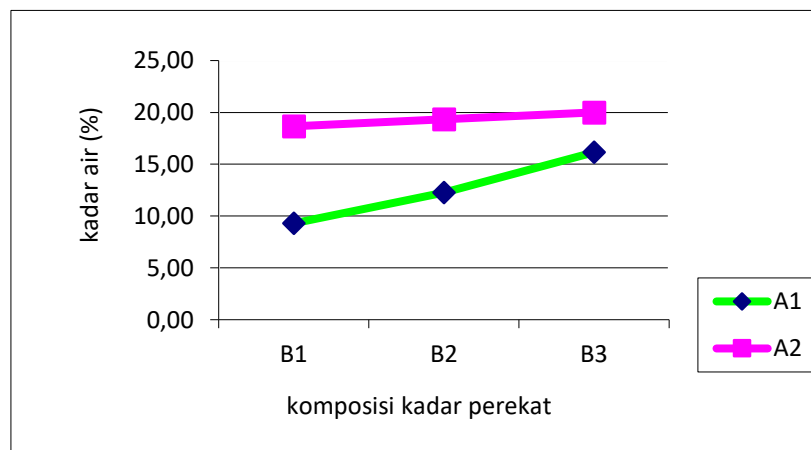
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur padam



Gambar 20. Grafik hubungan antara kadar air dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur

Nilai kadar air pada serutan rotan yang menggunakan perekat pozolan kapur berkisar antara 9.30% (A1B1) - 20.00% (A2B3). Nilai ini dapat ditelaah pada Tabel 13. Seperti diketahui nilai kadar air maksimum yang diperkenankan SNI 03-2104-1991 adalah 14%. Jadi perlakuan yang memenuhi syarat tersebut hanya ada pada perlakuan A1B1 dan A2B2 .

Pada Gambar 20. terlihat adanya peningkatan kadar air dengan semakin bertambahnya kadar kapur padam yang diberikan dalam setiap penambahan bahan serutan rotan dengan menggunakan perekat semen pozolan kapur. Artinya, kandungan air yang ada pada kapur padam industri tersebut masih cukup besar, sehingga kemungkinan juga akan berpengaruh terhadap nilai kerapatan dan keteguhan lentur statik papan semen yang dibuat dengan serutan rotan dan dengan menggunakan perekat semen pozolan kapur tersebut.

Tabel 14. Data kerapatan serutan rotan dengan perekat pozolan kapur (gr/cm^3)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	0.95	0.56	0.44			<i>Min 0.57</i>
	2	0.89	0.78	0.90			
	3	0.80	0.78	0.69			
Sub total		2.64	2.12	2.03	6.79		
Rerata		0.88	0.71	0.68	2.26	0.75	
A ₂	1	0.97	0.91	0.88			
	2	0.99	0.66	0.68			
	3	1.03	0.69	0.79			
Sub total		2.99	2.26	2.35	7.60		
Rerata		1.00	0.75	0.78	2.53	0.84	
Total		5.63	4.38	4.38	14.39		
Rerata		0.94	0.73	0.73		0.80	

Keterangan:

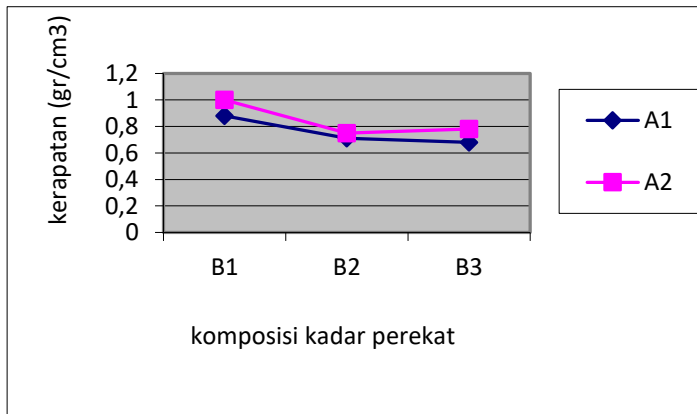
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur padam



Gambar 21. Grafik hubungan antara kerapatan dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur

Nilai kerapatan yang memenuhi persyaratan pembuatan papan semen untuk penelitian ini adalah minimum 0.570 gr/cm^3 , sehingga perlakuan yang memenuhi syarat pembuatan papan semen ini: A1B1,A1B3,A2B1 dan A2B3.

Tabel 15. Data keteguhan lentur statik serutan rotan dengan perekat pozolan kapur (kg/cm^2)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	64.15	43.32	28.74			<i>Min 17</i>
	2	60.42	31.89	26.42			
	3	67.02	40.41	27.04			
Sub total		191.59	115.62	82.20	389.41		
Rerata		63.86	38.54	27.40	129.80	43.27	
A ₂	1	56.14	32.08	16.04			
	2	34.98	28.02	10.46			
	3	59.56	29.42	15.10			
Sub total		150.67	89.52	41.60	281.79		

Rerata		50.22	29.84	13.87	93.93	31.31	
Total		342.26	205.14	123.80	671.20		
Rerata		57.04	34.19	20.63		37.29	

Keterangan:

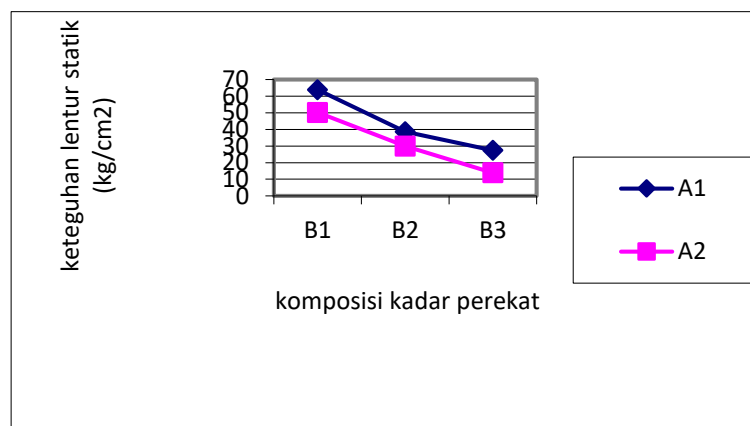
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur padam

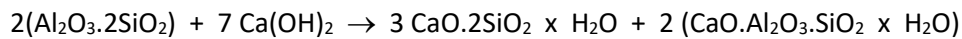
B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur padam



Gambar 22. Grafik hubungan antara keteguhan lentur statik dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur

Pada Tabel 15. Nilai perlakuan yang tidak memenuhi persyaratan SNI 03-2104-1991 adalah A2B3, sedangkan nilai yang paling tinggi adalah A1B1. Hal ini sesuai dengan penelitian pembuatan semen yang dilakukan Purnomo (2000); Masruri & Lasino (1993); dan Aksa & Lasino (1998), bahwa dengan perbandingan antara pozolan dan kapur 2:1 mendapatkan nilai keteguhan lentur yang paling tinggi dibandingkan dengan perbandingan lainnya. Hal ini dikuatkan lagi dengan Gambar 22. yang menunjukkan bahwa semakin banyak berat serutan yang diberikan menyatakan nilai keteguhan lentur yang relatif lebih kecil. Penyebabnya adalah karena semakin besar kadar air yang terdapat di dalam contoh uji tersebut yang lebih dari 14% (A2B1), sehingga perlakuan ini tidak termasuk dalam rekomendasi akhir pembuatan papan semen.

Starling dalam Masruri & Lasino (1993) menyimpulkan bahwa reaksi yang terjadi antara abu terbang dengan kapur sebagai berikut



Senyawa hidrat ini dalam air menghasilkan larutan yang terdiri 0,001 gr SiO₂, 0,0013 gr Al₂O₃, dan 0,008 gr CaO per 100 ml. Pozolan dalam campuran dengan kapur membentuk suatu hidrat kalsium silikat yang dikenal sebagai CSH (0,8 – 1,5 CaO.SiO₂ x H₂O dan tetrakalsium aluminat hidrat. CSH yang dihasilkan abu terbang dan kapur padam dengan perbandingan 2:1 inilah yang membuat tingginya nilai kekuatan lentur statik yang dihasilkan. Perbandingan 2:1 ini sesuai dengan penelitian Purnomo (2000), Masruri & Lasino (1993), Daud (1998).

Dari semua pengukuran dan pengujian papan semen jenis ini yang memenuhi semua persyaratan SNI 03-2104-1991 hanyalah pada perlakuan A1B1.

Papan Semen Serutan Rotan dengan Perekat Pozolan Gips

Hasil pengukuran kadar air, kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statik untuk papan semen serutan rotan dengan menggunakan perekat pozolan gips dapat dilihat pada Tabel 16., Tabel 17. dan Tabel 18.

Tabel 16. Data kadar air serutan rotan dengan perekat pozolan gips (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104-1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	9.45	10.79	7.98	<i>Maks 14</i>
	2	11.34	10.44	9.65	
	3	11.54	10.45	8.80	
A ₂	1	15.57	13.32	13.68	
	2	15.51	15.01	13.54	
	3	14.88	13.87	12.44	

Keterangan:

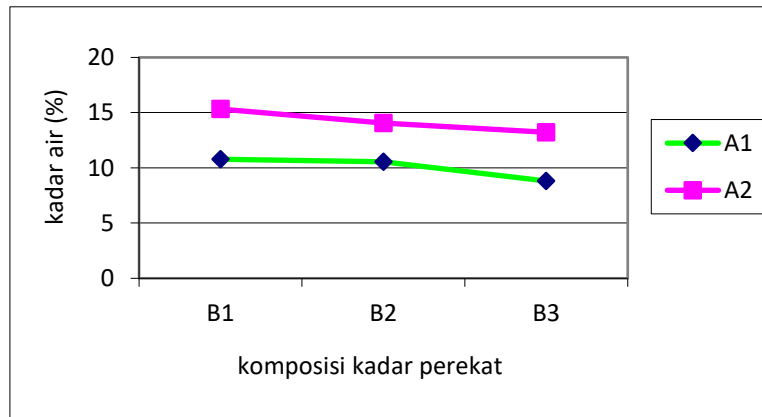
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips



Gambar 23. Grafik hubungan antara kadar air dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan gips

Pada Tabel 16. perlakuan yang memenuhi syarat SNI pada pembuatan papan semen adalah A1B1, A1B2, A1B3 dan A2B3 dengan nilai kadar air yang paling kecil ada pada perlakuan A1B3 (8.81%). Ternyata semakin sedikit pemberian serutan mengakibatkan nilai kadar air semakin kecil. Hal ini mungkin terjadi pada saat pengepresan, air yang terbuang cukup besar.

Tabel 17. Data kerapatan serutan rotan dengan perekat pozolan gips (gr/cm³)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	1.21	1.28	0.54			<i>Min 0.57</i>
	2	1.12	1.01	0.66			
	3	0.99	0.99	0.51			
Sub total		3.32	3.28	1.71	8.31		
Rerata		1.11	1.09	0.57	2.77	0.92	
A ₂	1	0.98	0.88	0.66			
	2	0.89	0.76	0.67			
	3	0.95	0.76	0.59			
Sub total		2.82	2.40	1.92	7.14		

Rerata		0.94	0.80	0.64	2.38	0.79	
Total		6.14	5.68	3.63	15.45		
Rerata		1.02	0.95	0.61		0.86	

Keterangan:

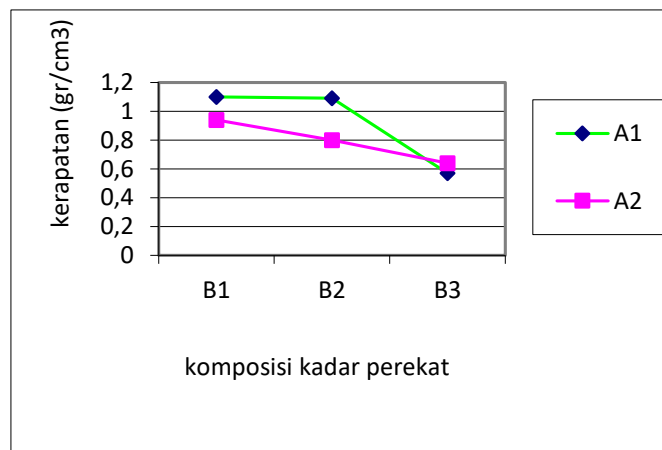
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips



Gambar 24. Grafik hubungan antara kerapatan dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan gips

Tabel 17. dan Gambar 24. mengindikasikan semua perlakuan menghasilkan nilai kerapatan yang memenuhi persyaratan pembuatan papan semen. Nilai tertinggi pada perlakuan A1B1 dan terendah A1B3. Kenyataan ini menunjukkan bahwa dengan penambahan gips dan berat serutan, maka papan semen akan semakin memiliki kerapatan yang tinggi. Hal ini selaras dengan pengertian bahwa semakin rapat papan semen, maka akan semakin kecil kadar airnya yang ditunjukkan dengan adanya korelasi pada Tabel 17. Menurut Balai Industri Banjarbaru (2001), pemakaian gips dalam papan gips membuat kerapatannya semakin tinggi karena daya serap gips terhadap air hampir menyerupai kapur, sehingga kadar air bebas pada papan semen semakin kecil.

Tabel 18. Data keteguhan lentur statik serutan rotan dengan perekat pozolan gips (kg/cm^2)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	14.00	14.84	55.68			<i>Maks 17</i>
	2	10.32	9.35	88.20			
	3	11.83	13.99	77.25			
Sub total		36.15	38.18	221.14	295.48		
Rerata		12.05	12.73	73.71	98.49	32.83	
A ₂	1	5.54	9.00	75.10			
	2	10.90	11.46	67.11			
	3	12.90	6.20	77.99			
Sub total		29.34	26.65	220.20	276.19		
Rerata		9.78	8.88	73.40	92.06	30.69	
Total		65.49	64.83	441.34	571.67		
Rerata		10.91	10.81	73.56		31.76	

Keterangan:

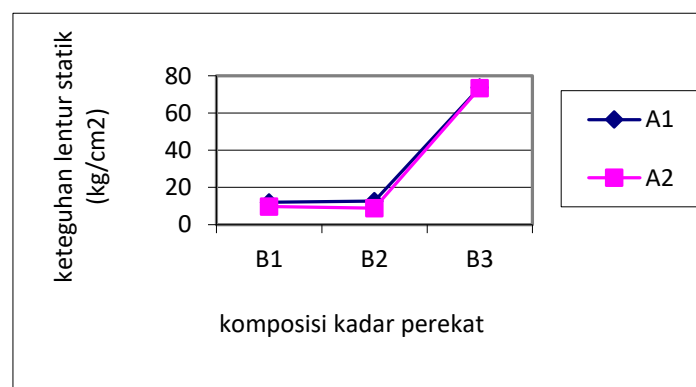
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian gips



Gambar 25. Grafik hubungan antara keteguhan lentur statik dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan gips

Nilai yang memenuhi syarat pembuatan papan semen adalah pada perlakuan A1B3 dan A2B3. Bahkan nilai keteguhan rekat ini yang paling tinggi di antara semua pengujian yang dilakukan. Data ini relevan dengan penelitian dari Balai Industri Banjarbaru (2001) yang menyatakan semakin banyak banyak gips yang diberikan dalam papan gips menyebabkan keteguhan lentur statik yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Kecenderungan penambahan abu terbang dan gips memperbesar kuat lentur karena kandungan Ca(OH)_2 yang ada dalam papan semen menghasilkan reaksi pozolanik yang lebih sempurna. Dalam ACI Committee 226 (1987) dalam Yaqub (1997), disebutkan bahwa reaksi kimia abu terbang dengan alkali dan kalsium hidroksida dalam papan semen menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH). Reaksi membentuk CSH terus berlanjut selama kalsium hidroksida ada dalam cairan pori pasta semen, sehingga sesudah kontribusi terhadap perkembangan kekuatan papan semen berkurang, reaksi pozolanik dan abu terbang terus berlangsung akan meningkatkan kekuatan papan semen pada umur selanjutnya (Austin & Jsrjfi, (1996) dan Oetoyo (1984)).

Menurut Uchikawa (1986) dalam Yaqub (1996) penambahan gips akan mengaktifkan abu terbang karena gips mengandung ion-ion sulfat yang mampu bereaksi dengan alumina (yang merupakan salah satu komponen utama abu terbang kelas F). Reaksi antara sulfat dan abu terbang dapat menyebabkan struktur papan semen menjadi lebih padat.

Papan Semen Serutan Rotan dengan Perekat Pozolan Kapur Gips

Hasil pengukuran kadar air, kerapatan dan pengujian keteguhan lentur statik untuk papan semen serutan kayu dengan menggunakan perekat pozolan kapur gips dapat dilihat pada Tabel 18., Tabel 19. dan Tabel 20.

Tabel 18. Data kadar air serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips (%)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			SNI 03-2104-1991
		B ₁	B ₂	B ₃	
A ₁	1	10.88	9.12	8.87	Maks 14
	2	12.56	9.76	8.44	
	3	11.91	9.54	9.01	

A ₂	1	15.88	12.22	10.07	
	2	14.09	10.55	9.58	
	3	14.31	10.98	10.11	

Keterangan:

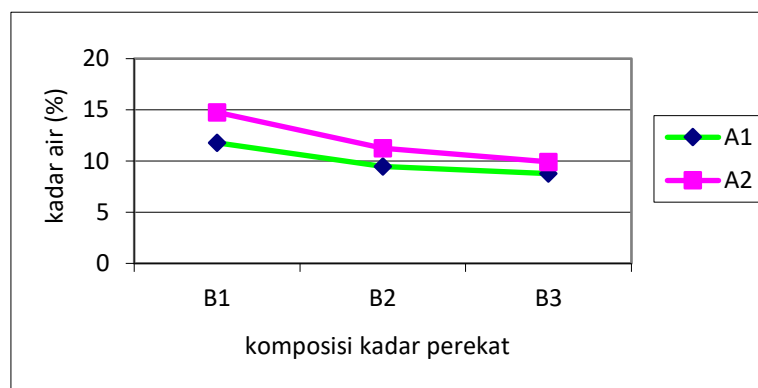
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur+gips



Gambar 26. Grafik hubungan antara kadar air dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips

Dari Tabel 18. perlakuan yang memenuhi persyaratan dibuat papan semen adalah A1B1, A1B2, A1B3, A2B2 dan A2B3 dengan nilai kadar air terkecil pada perlakuan A1B3 dan tertinggi pada A1B1. Kecenderungan penurunan kadar air dapat dicermati pada Gambar 26., setiap penambahan perbandingan gips terjadi penurunan kadar air.

Tabel 19. Data kerapatan serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips
(gr/cm³)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	0.87	0.76	0.65			<i>Min 0.57</i>
	2	0.81	0.79	0.69			
	3	0.80	0.69	0.66			
Sub total		2.48	2.24	2.00	6.72		
Rerata		0.83	0.75	0.67	2.24	0.75	
A ₂	1	0.85	0.84	0.82			
	2	0.95	0.71	0.79			
	3	0.90	0.89	0.81			
Sub total		2.70	2.44	2.42	7.56		
Rerata		0.90	0.81	0.81	2.52	0.84	
Total		5.18	4.68	4.42	14.28		
Rerata		0.86	0.78	0.74		0.79	

Keterangan:

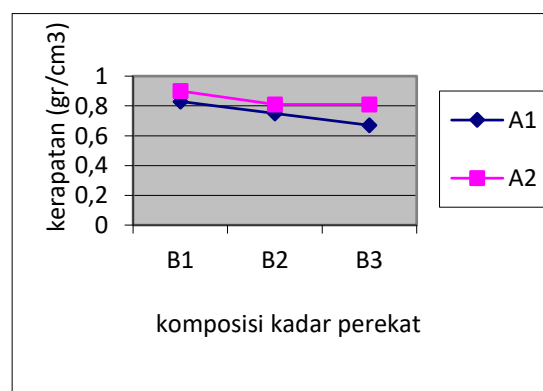
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur+gips



Gambar 27. Grafik hubungan antara kerapatan dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips

Semua perlakuan yang diberikan pada pengujian ini menghasilkan kerapatan berada di atas standar yang dipakai. Hal ini dapat dicermati pada Tabel 19. bahwa kerapatan serutan rotan dengan pemakaian perekat semen pozolan kapur gips ini berada di atas 0.57 gr/cm^2 . Pada Gambar 27. dapat dianalisis bahwa semakin bertambah berat serutan yang diberikan, maka kerapatan masih tetap lebih besar. Semakin kecil kadar abu terbang yang diberikan, maka akan semakin berkurang juga nilai kerapatannya.

Tabel 20. Data keteguhan lentur statik serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips (kg/cm^2)

Faktor A	Ulangan	Faktor B			Total	Rerata	SNI 03-2104-91
		B ₁	B ₂	B ₃			
A ₁	1	24.45	36.89	65.12			<i>Min 17</i>
	2	37.98	29.09	31.01			
	3	11.90	12.81	54.10			
Sub total		74.34	78.80	150.23	303.37		
Rerata		24.78	26.27	50.08	101.12	33.71	
A ₂	1	7.44	31.99	23.89			
	2	31.56	31.81	45.31			
	3	29.57	21.78	44.89			
Sub total		68.56	85.58	114.10	268.24		
Rerata		22.85	28.53	38.03	89.41	29.80	
Total		142.90	164.37	264.33	571.60		
Rerata		23.82	27.40	44.05		31.76	

Keterangan:

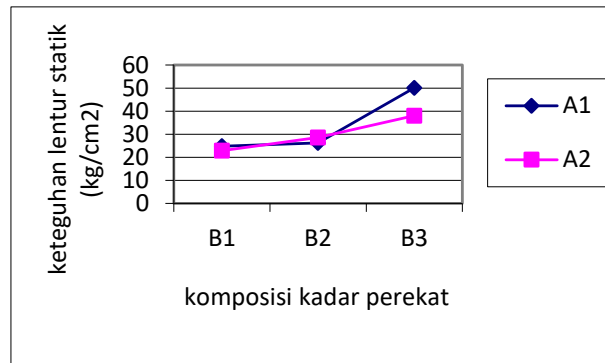
A₁ = serutan rotan 50 gr

A₂ = serutan rotan 100 gr

B₁ = dua bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₂ = satu bagian abu terbang : satu bagian kapur+gips

B₃ = satu bagian abu terbang : dua bagian kapur+gips



Gambar 28. Grafik hubungan antara keteguhan lentur statik dengan komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips

Tabel 20. memperlihatkan bahwa data yang diperoleh memenuhi standar SNI 03-2104-1991, yaitu berada di atas 17 kg/cm^2 . Gambar 14. menunjukkan kecenderungan nilai yang menaik terhadap penambahan kapur+gips. Semakin ditambah, semakin tinggi nilai kekuatan lentur statiknya. Nilai yang paling tinggi diperoleh pada perlakuan A1B3, yaitu sebesar 50.09 kg/cm^2 . Pada pencampuran dengan air maka senyawa-senyawa pada pasta semen terhidrasi. C_3A akan bereaksi paling cepat menghasilkan $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, senyawa ini membentuk gel yang bersifat cepat set, sehingga akan mengontrol sifat *setting time*. Namun, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ akan bereaksi dengan gips yang akan membentuk *ettringite* yang akan membungkus permukaan $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dan $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, sehingga reaksi hidrasi dan $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ akan terhalang dan proses *setting* akan dicegah. Namun demikian, lapisan *ettringite* pembungkus karena suatu fenomena osmosis akan pecah dan reaksi dengan C_3A terjadi lagi dan segera membentuk *ettringite* baru yang akan membungkus $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ kembali. Proses ini disebut waktu pengikatan (*setting time*). Makin banyak terbentuk *ettringite*, maka makin panjang waktu pengikatannya, oleh karena itu gips dikenal sebagai *retarder* (West, 1984).

Pada awal reaksi tersebut akan menghasilkan pengendapan kalsium hidroksida, *ettringite* dan CSH akan membentuk *coating* dan partikel semen serta *ettringite* akan membentuk *coating* pada $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$, hal ini akan menyebabkan reaksi hidrasi menjadi tertahan, periode ini dikenal dengan periode awal. Ini terjadi 1 – 2 jam dan selama itu pasta masih dalam keadaan plastis dan *workable*. Periode ini berakhir dengan pecahnya lapisan tersebut dan segera reaksi hidrasi terjadi kembali dan *initial setting* segera tercapai. Selama periode beberapa jam, reaksi hidrasi dari $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ terjadi akan menghasilkan CSH dengan volume lebih dari dua kali volume semen. CSH ini akan mengisi

rongga dan membentuk titik-titik kontak yang menghasilkan kekakuan. Pada tahap berikutnya terjadi konsentrasi CSH dan konsentrasi dari titik-titik kontak yang akan menghalangi mobilitas partikel-partikel semen yang akhirnya menjadi kaku dan *final setting* tercapai, berarti proses pengerasan mulai terjadi (Subekti, 1993).

Dari semua pengukuran dan pengujian papan semen jenis ini yang memenuhi semua persyaratan SNI 03-2104-1991 hanyalah pada perlakuan A2B2 dan A2B3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu

- 1) Hanya serutan rotan yang mampu merekat dengan ketiga perekat alternatif yang dipakai, sehingga ada tiga jenis papan semen yang dapat dibuat sempurna, yaitu
 - Papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan kapur
 - Papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan gips
 - Papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan kapur gips
- 2) Contoh uji yang memenuhi syarat pembuatan papan semen menurut SNI 03-2104-1991 ada lima macam, yaitu
 - Papan semen serutan rotan 50 gr dengan perekat semen pozolan kapur pada perbandingan 2:1 (A1B1);
 - Papan semen serutan rotan 50 gr dengan perekat semen pozolan gips pada perbandingan 1:2 (A1B3);
 - Papan semen serutan rotan 100 gr dengan perekat semen pozolan gips pada perbandingan 1:2 (A2B3);
 - Papan semen serutan rotan 100 gr dengan perekat semen pozolan kapur gips pada perbandingan 1:1 (A2B2); dan
 - Papan semen serutan rotan 100 gr dengan perekat semen pozolan kapur gips pada perbandingan 1:2 (A2B3).

Saran

Ada beberapa saran untuk lebih menyempurnakan penelitian lain yang relevan dengan penelitian ini, yaitu

- 1) Agar serutan kayu dapat dibuat papan semen dengan ketiga perekat alternatif, dapat mencoba perendaman awal dengan perlakuan lainnya, antara lain perendaman air panas serutan kayu selama 30 menit
- 2) Penelitian lain dapat mencoba pembuatan papan semen dengan ketebalan yang berbeda, antara lain 15 mm, 20 mm dan 25 mm
- 3) Penelitian lain dapat mencoba pembuatan papan semen dengan memanfaatkan limbah industri pengolahan hasil hutan lainnya, antara lain serbuk gergaji

Analisis Ekonomi Material Rumah Ramah Lingkungan

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Sesuai dengan satu di antara Misi Kota Banjarbaru yaitu melakukan peningkatan kualitas permukiman yang layak huni, representatif dan berwawasan lingkungan, maka ada beberapa tujuan dalam melaksanakan kegiatan ini:

- Menentukan perhitungan nilai ekonomis dari pemanfaatan limbah industri lampit rotan untuk membentuk material ramah lingkungan
Rencana kegiatan untuk *multiyears programs*:
- Membangun rumah sederhana dengan material ramah lingkungan.
- Membuat peraturan perundangan kebijakan pembangunan rumah ramah lingkungan

Manfaat

Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan:

- Memberikan masukan pada pengembang perumahan dan penghuni rumah berupa konsep desain *eco house* dan pola pengembangan yang efisien serta memasyarakatkan pemakaian material ramah lingkungan
- Memberikan manfaat bagi lingkungan karena akan terjadi upaya perbaikan kualitas lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan limbah industri di Banjarbaru
- Bagi perguruan tinggi, peneliti atau perorangan yang berminat dengan masalah perumahan, maka temuan kegiatan ini dapat dijadikan umpan balik dalam mengembangkan teori-teori atau konsep baru mengenai perumahan
- Bagi pemerintah/departemen yang terkait, hasil temuan kegiatan ini dapat dijadikan referensi menentukan kebijakan-kebijakan perumahan di masa mendatang.

KERANGKA OPERASIONAL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan ini menggunakan kerangka operasional sebagai berikut

- ❑ Analisis Aspek Teknologi Material Ramah Lingkungan:
- ❑ Analisis Aspek Ekonomi Material Ramah Lingkungan:
 - Perhitungan biaya bahan baku
 - Perhitungan biaya pembuatan
 - Prakiraan prospek pemasaran

BIAYA

Anggaran biaya kegiatan ini sebesar **Rp. 8.000.000,00** (*Delapan Juta Rupiah*), dengan rincian sebagai berikut

Tabel 2. Anggaran Biaya Kegiatan

NOMOR	URAIAN PEMBIAYAAN	VOLUME	BIAYA SATUAN (Rp)	JUMLAH BIAYA (Rp)	KETERANGAN
	Belanja Operasional Kegiatan				
1	Pengujian aspek teknologi material ramah lingkungan	paket	4.000.000,00	4.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
2	Pengujian aspek ekonomis material ramah lingkungan	paket	4.000.000,00	4.000.000,00	Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
Total Biaya Keseluruhan				8.000.000,00	

ORGANISASI DAN JADWAL

Organisasi

Kegiatan ini dilaksanakan dengan susunan tim sebagai berikut

1. Ketua Tim : Adi Rahmadi, S.Hut., M.T.
2. Sekretaris : Bambang Mulyadi, S.P., M. Sc.
3. Staf Ahli
 - a. Bidang Lingkungan : Drs. Krisdianto, M.Sc.
 - b. Bidang Fisika Material : Dra. Ninis H. Haryanti, M.Si.
 - c. Bidang Rekayasa Pengelolaan Limbah : Ir. Henry Wardhana, M.T.
 - d. Bidang Perencanaan dan Tata Kota : Irwin Sylvari Yulian, S.T.

Jadwal

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai disetujuinya proposal sampai dengan serah terima laporan kegiatan, dengan alokasi waktu diuraikan pada tabel di bawah ini

Tabel 21. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	KEGIATAN	BULAN		
		1	2	3
1	Penyusunan dan Finalisasi Proposal Kegiatan	■		
2	Seminar Proposal Kegiatan	■		
3	Penentuan Sampel		■	
4	Pengumpulan Data		■	
5	Analisis Data		■	■
6	Pembuatan Draf Laporan			■
7	Seminar Hasil Kegiatan			■
8	Penyempurnaan Laporan Kegiatan			■
9	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Kegiatan			■
10	Serah Terima Laporan Kegiatan			■

ANALISIS EKONOMI

Aspek Teknologi

Dari hasil penelitian diketahui bahwa papan semen yang memenuhi syarat SNI 03-2014-1991 (dengan mempertimbangkan pengukuran nilai kadar air (maksimum 14%), nilai kerapatan (minimum $0,57 \text{ gr/cm}^3$) dan nilai keteguhan lentur statik (minimum 17 kg/cm^2)) ada lima papan semen, yaitu

1. papan semen serutan rotan dengan menggunakan serutan sebanyak 50 gr yang memakai perekat semen pozolan kapur pada perbandingan 2:1 (A1B1);
2. papan semen serutan rotan yang menggunakan serutan sebanyak 50 gr pada perbandingan 1:2 dengan memakai perekat semen pozolan gips (A1B3);
3. papan semen serutan rotan yang menggunakan serutan sebanyak 100 gr pada perbandingan 1:2 dengan memakai perekat semen pozolan gips (A2B3); dan
4. pada papan semen serutan rotan 100 gr dengan perekat semen pozolan kapur gips yang memakai perbandingan 1:1 (A2B2)
5. pada papan semen serutan rotan 100 gr dengan perekat semen pozolan kapur gips yang memakai perbandingan 1:2 (A2B3).

Hal yang paling berpengaruh terhadap pengambilan keputusan pemilihan papan semen yang dipakai adalah dengan melihat nilai kekuatan lentur statiknya. Oleh karena itu, ada beberapa data pengujian keteguhan lentur statik yang dilanjutkan dengan uji statistik, yaitu analisis sidik ragam rancangan acak lengkap dua faktorial (Hanafiah, 1993; Gaspersz, 1989; dan Sastrosupadi, 1995). Selanjutnya diteruskan dengan uji beda yang sesuai. Hal ini dilakukan untuk melihat perlakuan antara taraf faktor yang mana yang memberikah pengaruh yang nyata sehingga dapat diteruskan ke dalam proyeksi ekonominya. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak program SPSS versi 10 untuk membantu perhitungan analisis sidik ragamnya.

Data analisis sidik ragam papan semen serutan rotan dengan menggunakan perekat semen pozolan gips ada pada Tabel 22. Berikut

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SRDGSPG

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	33907.548 ^a	6	5651.258	99.990	.000
BSERUTAN	20.608	1	20.608	.365	.557
KKPREKAT	15722.269	2	7861.135	139.090	.000
BSERUTAN * KKPREKAT	9.384	2	4.692	.083	.921
Error	678.222	12	56.519		
Total	34585.770	18			

a. R Squared = .980 (Adjusted R Squared = .971)

Tabel 22. Ansira untuk papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan gips

Dari Tabel 22. terlihat bahwa faktor komposisi kadar perekat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kekuatan lentur statiknya, sehingga dilanjutkan dengan uji beda Duncan untuk melihat taraf faktor mana yang berbeda sangat nyata.

Tabel 23. Uji beda Duncan untuk taraf faktor komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan gips

SRDGSPG

Duncan^{a,b}

KKPREKAT	N	Subset	
		1	2
2.00	6	10.8067	
1.00	6	10.9150	
3.00	6		73.5550
Sig.		.980	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type II Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 56.519.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b. Alpha = .05.

Dari data terlihat bahwa nilai yang memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap kekuatan lentur statiknya ada pada taraf faktor komposisi perekat 1:1 dan 2:1 dengan 1:2. Artinya, perbandingan komposisi kadar perekat 1:1 dengan 2:1 tidak memberikan beda yang nyata terhadap nilai kekuatan lentur statik yang diperoleh, sehingga memilih salah satu di antara keduanya tidak menjadi masalah.

Tabel 24. Ansira untuk papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: SRDGSPKG

Source	Type II Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	19781.392 ^a	6	3296.899	20.032	.000
BSERUTAN	68.484	1	68.484	.416	.531
KKPREKAT	1399.654	2	699.827	4.252	.040
BSERUTAN * KKPREKAT	162.413	2	81.206	.493	.622
Error	1974.959	12	164.580		
Total	21756.351	18			

a. R Squared = .909 (Adjusted R Squared = .864)

Dari Tabel 24. terlihat bahwa faktor berat serutan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekuatan lentur statiknya, tetapi faktor komposisi kadar perekat memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekuatan lentur statiknya, sehingga diperlukan dilanjutkan dengan uji beda Duncan untuk melihat taraf faktor mana yang berbeda sangat nyata.

Tabel 25. Uji beda Duncan untuk taraf faktor komposisi kadar perekat pada papan semen serutan rotan dengan perekat pozolan kapur gips

SRDGSPKG

Duncan^{a,b}

KKPREKAT	N	Subset	
		1	2
1.00	6	23.8167	
2.00	6	27.3950	
3.00	6		44.0533
Sig.		.638	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
Based on Type II Sum of Squares
The error term is Mean Square(Error) = 164.580.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

b. Alpha = .05.

Aspek Ekonomi

Dari data terlihat bahwa nilai yang memberikan perbedaan yang sangat nyata terhadap kekuatan lentur statiknya ada pada taraf faktor komposisi perekat 2:1 dan 1:1 dengan 1:2. Artinya, perbandingan komposisi kadar perekat 2:1 dengan 1:1 tidak memberikan beda yang nyata terhadap nilai kekuatan lentur statik yang diperoleh, sehingga memilih salah satu di antara keduanya tidak menjadi masalah.

Jika meninjau dari aspek keteguhan lentur statik yang diperoleh, maka penggunaan serutan rotan 50 gr dan 100 gram dengan perekat semen pozolan gips pada perbandingan 1:2 memberikan nilai yang

paling tinggi dari yang lain, yaitu sebesar 73,71 kg/cm² dan 73,40 kg/cm². Namun, jika meninjau dari sisi ekonomi, yaitu dengan mempertimbangkan dari pembelian bahan baku dan nilai kekuatan lentur statiknya, maka pilihan akan jatuh pada penggunaan semen pozolan kapur dengan menggunakan 50 gr serutan rotan yang memakai perbandingan 2:1 yaitu sebesar 63,86 kg/cm². Hal ini diakibatkan karena harga gips industri di pasaran lebih mahal 10 kali lipat dibandingkan dengan harga kapur padam. Harga gips industri di pasaran pada akhir tahun 2002 berkisar antara Rp. 26.000,00 sampai dengan Rp. 29.000,00 persak isi 20 kg tergantung merk. Merk gips industri yang beredar di pasaran di Banjarmasin antara lain Maspion Casting Plaster, Siam Casting Plaster dan Jayaboard Casting Plaster. Harga kapur padam di Banjarbaru dengan isi tiap sak sebanyak 50 kg berkisar antara Rp.7.000,00 sampai dengan Rp. 8.000,00.

Semua berat serutan kayu dengan menggunakan ketiga perekat alternatif tidak memenuhi persyaratan dalam pembuatan papan semen. Jadi serutan kayu dalam penelitian ini tidak direkomendasikan untuk dipakai.

Analisis Investasi Material Rumah Ramah Lingkungan

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Sesuai dengan satu di antara Misi Kota Banjarbaru yaitu melakukan peningkatan kualitas permukiman yang layak huni, representatif dan berwawasan lingkungan, maka ada beberapa tujuan dalam melaksanakan kegiatan ini:

- Menentukan perhitungan nilai investasi dari pemanfaatan limbah industri lampit rotan untuk membentuk material ramah lingkungan dengan indikator B/C Ratio, NPV, IRR dan *pay back period*

Rencana kegiatan untuk *multiyears programs*:

- Membangun rumah sederhana dengan material ramah lingkungan.
- Membuat peraturan perundangan kebijakan pembangunan rumah ramah lingkungan

Manfaat

Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan:

- Memberikan masukan pada pengembang perumahan dan penghuni rumah berupa konsep desain *eco house* dan pola pengembangan yang efisien serta memasyarakatkan pemakaian material ramah lingkungan
- Memberikan manfaat bagi lingkungan karena akan terjadi upaya perbaikan kualitas lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan limbah industri di Banjarbaru
- Bagi perguruan tinggi, peneliti atau perorangan yang berminat dengan masalah perumahan, maka temuan kegiatan ini dapat dijadikan umpan balik dalam mengembangkan teori-teori atau konsep baru mengenai perumahan
- Bagi pemerintah/departemen yang terkait, hasil temuan kegiatan ini dapat dijadikan referensi menentukan kebijakan-kebijakan perumahan di masa mendatang.

KERANGKA OPERASIONAL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan ini menggunakan kerangka operasional sebagai berikut

- ❑ Perhitungan Nilai Investasi Material Ramah Lingkungan:
 - Metode periode pengembalian (*payback period*)
 - Metode pengembalian investasi (*return on investment/ROI*)
 - Metode nilai sekarang bersih (*net present value/NPV*)
 - Metode tingkat pengembalian internal (*internal rate return/IRR*)

BIAYA

Anggaran biaya kegiatan ini sebesar **Rp. 7.500.000,00** (*Tujuh Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*), dengan rincian sebagai berikut

Tabel 26. Anggaran Biaya Kegiatan

NOMOR	URAIAN PEMBIAYAAN	VOLUME	BIAYA SATUAN (Rp)	JUMLAH BIAYA (Rp)	KETERANGAN
	Belanja Operasional Kegiatan				
1	Analisis metode periode pengembalian (<i>payback period</i>)	paket	1.500.000,00	1.500.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
2	Analisis metode pengembalian investasi (<i>return on investment/ROI</i>)	paket	2.000.000,00	2.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
3	Analisis metode nilai sekarang bersih (<i>net present value/NPV</i>)	paket	2.000.000,00	2.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
4	Analisis metode tingkat pengembalian internal (<i>internal rate return/IRR</i>)	paket	2.000.000,00	2.000.000,00	Bekerjasama dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
	Pembangunan Eco House di Banjarbaru	paket			[rencana untuk multiyears programs] Bekerjasama dengan satu di antara Pengembang Perumahan di Banjarbaru dan beberapa distributor material di Kalimantan Selatan
Total Biaya Keseluruhan				7.500.000,00	

ORGANISASI DAN JADWAL

Organisasi

Kegiatan ini dilaksanakan dengan susunan tim sebagai berikut

1. Ketua Tim : Adi Rahmadi, S.Hut., M.T.
2. Sekretaris : Bambang Mulyadi, S.P., M. Sc.
3. Staf Ahli
 - a. Bidang Lingkungan : Drs. Krisdianto, M.Sc.
 - b. Bidang Fisika Material : Dra. Ninis H. Haryanti, M.Si.
 - c. Bidang Rekayasa Pengelolaan Limbah : Ir. Henry Wardhana, M.T.
 - d. Bidang Perencanaan dan Tata Kota : Irwin Sylvari Yulian, S.T.

Jadwal

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai disetujuinya proposal sampai dengan serah terima laporan kegiatan, dengan alokasi waktu diuraikan pada tabel di bawah ini

Tabel 27. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	KEGIATAN	BULAN		
		1	2	3
1	Penyusunan dan Finalisasi Proposal Kegiatan	■		
2	Seminar Proposal Kegiatan	■		
3	Penentuan Sampel		■	
4	Pengumpulan Data		■	
5	Analisis Data		■	■
6	Pembuatan Draf Laporan			■
7	Seminar Hasil Kegiatan			■
8	Penyempurnaan Laporan Kegiatan			■
9	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Kegiatan			■
10	Serah Terima Laporan Kegiatan			■

ANALISIS INVESTASI

Proyeksi ekonomi dalam penelitian ini menggunakan analisis yang sangat sederhana dengan menggambarannya ke dalam bentuk industri skala kecil. Variabel-variabel yang dipertimbangkan meliputi biaya bahan baku, biaya pembuatan dan prospek pemasarannya (Mahfuz et al., 1999 dan Balai Industri Banjarbaru, 1993 dan 1997).

Biaya Bahan Baku

Keperluan rotan di PT Hanna Victory sebesar 40 ton perbulan. Jika limbah industri rotan 45%, maka total limbah adalah 18 ton perbulan. Limbah abu terbang di PLTU Asam-asam, Tanah Laut kurang lebih 250.000 ton pertahun atau 20.833 ton perbulan. Abu terbang akan berharga jika diangkut ke Banjarbaru. Jika kemampuan truk mengangkut dalam satu rit 10 ton dan biaya pengangkutan Rp1.000.000 tiap rit, maka harga abu terbang di Banjarbaru adalah Rp10.000,00 perton. Harga kapur padam Cap Kunci produksi industri kapur di Sungai Ulin, Banjarbaru adalah Rp7.500,00/karung isi 50 kg. Artinya, tiap kilogram harganya Rp150,00 atau Rp150.000,00 perton.

Biaya Pembuatan

Ada beberapa variabel dalam memperhitungkan biaya pembuatan, yaitu

A. Perhitungan Modal

1. Modal Tetap

- a. Lahan diasumsikan membeli dengan luas 1000m2 Rp.30.000.000,00
- b. Bangunan semi permanen Rp.25.000.000,00
- c. Peralatan
(5 alat kempa, 10 alat cetak, 3 timbangan,
2 alat pencampur, dsb.)
Rp.10.000.000,00
- d. Pemasangan alat dan perlengkapan Rp. 5.000.000,00

Total = Rp.70.000.000,00

2. Modal Kerja (satu bulan)

- a. Bahan baku dan penolong
 - 1) Bahan baku Rp. 1.750.000,00

(Dalam pembuatan papan semen ukuran pasar (60 cm x 240 cm dengan ketebalan 1 cm) diperlukan kurang lebih 1,25 kg serutan rotan;

10 kg abu terbang; dan 5 kg kapur padam)

2) Bahan penolong Rp. 50.000,00

(air, plastik dsb)

Total = Rp. 1.800.000,00

b. Gaji dan upah

1) Gaji Rp. 3.000.000,00

(Lima tenaga kerja dengan UMR setempat)

2) Upah Rp. 1.000.000,00

(Bongkar muat, dsb.)

Total = Rp. 4.000.000,00

c. Lain-lain Rp. 580.000,00

Total = Rp. 6.380.000,00

Kebutuhan modal seluruhnya = Rp. 76.380.000,00

B. Perhitungan Biaya Produksi

Perhitungan biaya produksi dihitung selama 1 tahun

1. Biaya Tetap

a. Gaji Rp. 36.000.000,00

b. Biaya umum (10% upah) Rp. 300.000,00

c. Bunga modal

1) 15% dari modal tetap Rp. 10.500.000,00

2) 20% dari modal kerja Rp. 1.276.000,00

d. Penyusutan peralatan (10%) Rp. 1.000.000,00

e. Pemeliharaan
(2% dari bangunan dan peralatan) Rp. 700.000,00

Total= Rp. 49.776.000,00

2. Biaya Tidak Tetap

a. Biaya bahan baku dan penolong Rp. 21.600.000,00

Biaya produksi seluruhnya = Rp. 71.376.000,00

C. Perhitungan Harga Pokok

= Jumlah biaya produksi 1 tahun (Rp) /Kapasitas produksi 1 tahun (lembar)

= 71.376.000,00 / 12.000

= 5.948

= Rp. 5.948,00 perlembar

Jika 1 lembar papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan kapur ukuran 600 mm x 1200 mm x 100 mm dijual dengan harga Rp. 8.500,00/lembar dengan asumsi lebih murah dibandingkan dengan produk lain yang berada di pasaran, antara lain

1. 1 lembar kayu lapis ukuran 1200 mm x 2400 mm x 3 mm = Rp. 35.000,00
2. 1 lembar papan yumen ukuran 600 mm x 1200 mm x 15 mm = Rp. 22.500,00
3. 1 lembar panel gips ukuran 600 mm x 1200 mm x 90 mm = Rp. 38.000,00
4. 1 lembar kalsiboard ukuran 1200 x 2400 mm x 4 mm = Rp. 32.000.000,00

maka, perhitungan keuntungannya adalah

a. Hasil penjualan 1 tahun = 12.000 lembar x Rp. 8.500,00
= Rp. 102.000.000,00

b. Jumlah biaya produksi 1 tahun = Rp. 71.376.000,00

Jadi keuntungan 1 tahun = Rp. 102.000.000,00 – Rp. 71.376.000,00

= Rp. 30.624.000,00

D. Perhitungan *Cost and Benefit Analysis*

Perhitungan nilai *cost benefit analysis* meliputi B/C Ratio, NPV dan IRR untuk menentukan apakah usaha ini layak (*feasible*) untuk dikembangkan (Purba, 1997).

Asumsi-asumsi yang dibuat meliputi

1. Rencana produksi selama 5 tahun
2. Total cost dan benefit dianggap tetap
3. Discount faktor yang digunakan adalah 15%, 25% dan 35%
4. Investasi hanya pada tahun pertama, jadi
= Modal tetap 1 tahun dengan bunga 12%

$$= \text{Rp.}70.000.000,00 + 12\% \times \text{Rp.}70.000.000,00$$

$$= \text{Rp.}78.400.000,00$$

Perhitungan *present value* pada *discount factor* 15%, 25% dan 35% dapat dilihat pada Tabel 28., Tabel 29. dan Tabel 30.

Tabel 28. Perhitungan *present value* pada *discount factor* 15%

Tahun	Cost (Rp)	Benefit (Rp)	df	PresentValue Cost (Rp)	PresentValue Benefit (Rp)
1	71376000	102000000	0.877	62596752	89454000
2	71376000	102000000	0.769	54888144	78438000
3	71376000	102000000	0.675	48178800	68850000
4	71376000	102000000	0.592	42254592	60384000
5	71376000	102000000	0.519	37044144	52938000
Total (Rp)	356880000	510000000		244962432	350064000

Tabel 29. Perhitungan *present value* pada *discount factor* 25%

Tahun	Cost (Rp)	Benefit (Rp)	df	PresentValue Cost (Rp)	PresentValue Benefit (Rp)
1	71376000	102000000	0.800	57100800	81600000
2	71376000	102000000	0.640	45680640	65280000

3	71376000	102000000	0.512	36544512	52224000
4	71376000	102000000	0.410	29264160	41820000
5	71376000	102000000	0.328	23411328	33456000
Total (Rp)	356880000	510000000		192001440	274380000

Tabel 30. Perhitungan *present value* pada *discount factor* 35%

Tahun	Cost (Rp)	Benefit (Rp)	df	PresentValue Cost (Rp)	PresentValue Benefit (Rp)
1	71376000	102000000	0.741	52889616	75582000
2	71376000	102000000	0.549	39185424	55998000
3	71376000	102000000	0.406	28978656	41412000
4	71376000	102000000	0.301	21484176	30702000
5	71376000	102000000	0.223	15916848	22746000
Total (Rp)	356880000	510000000		158454720	350064000

Pada *discount rate* 15%

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{Rp.}350.064.000,00 - (\text{Rp.} 244.962.432,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= + \text{Rp.}105.101.568,00 \text{ (positif)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \text{Rp.}350.064.000,00 / (\text{Rp.} 244.962.432,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= 1,082 \text{ (feasible)} \end{aligned}$$

Pada *discount rate* 25%

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{Rp.}274.380.000,00 - (\text{Rp.} 192.001.440,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= + \text{Rp.}3.978.560,00 \text{ (positif)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \text{Rp.} 274.380.000,00 / (\text{Rp.} 192.001.440,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= 1,015 \text{ (feasible)} \end{aligned}$$

Pada *discount rate* 35%

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{Rp.}226.440.000,00 - (\text{Rp.} 158.454.720,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= - \text{Rp.}10.414.720,00 \text{ (negatif)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{B/C Ratio} &= \text{Rp.} 226.440.000,00 / (\text{Rp.} 158.454.720,00 + \text{Rp.} 78.400.000,00) \\ &= 0,956 \text{ (unfeasible)} \end{aligned}$$

Dari nilai B/C Ratio untuk *discount rate* 15% menunjukkan nilai 1,082 (*feasible*), pada *discount rate* 25% nilainya 1,015 (*feasible*), sedangkan B/C Ratio untuk *discount rate* 35% menunjukkan nilai 0,956 (*unfeasible*). Hal ini berarti bahwa usaha ini akan layak (*feasible*) untuk dikembangkan jika nilai B/C Rationya berada di atas 1. Untuk B/C Ratio pada *discount rate* 15% dan 25% usaha ini layak untuk dikelola. Selanjutnya dengan NPV pada *discount rate* 15% dan 25% berada pada kisaran positif, yaitu sebesar Rp. 105.101.568,00 dan Rp.3.978.560,00, sedangkan pada *discount rate* 35% nilai NPVnya adalah – Rp.10.414720,00 (negatif). Dari nilai NPV dan B/C Ratio di atas dapat dicari IRR.

Dari harga NPV masing-masing *discount rate* ternyata IRR berada di antara 25% dan 35%.

$$\text{IRR} = 25\% + (\text{Rp.}3.978.560,00 / (\text{Rp.}3.978.560,00 + \text{Rp.}10.414720,00)) \times 10\%$$

$$\text{IRR} = 27,764\%.$$

Ternyata nilai IRR berada pada 27,764%. Artinya, usaha ini akan layak dikelola pada *discount rate* yang lebih kecil dari nilai IRR yang diperoleh, yaitu di bawah 27,764%.

E. Perhitungan Pengembalian Modal

1. Persentase keuntungan untuk mengembalikan modal (*profit margin*)

$$= (\text{keuntungan} / \text{jumlah modal}) \times 100\%$$

$$= (\text{Rp.} 30.624.000,00 / \text{Rp.} 76.380.000,00) \times 100\%$$

$$= 40,05\%$$

2. Waktu pengembalian modal (*pay back period*)

$$= (\text{total modal} / (\text{keuntungan} - \text{penyusutan})) \times 12 \text{ bulan}$$

$$= (\text{Rp.}76.380.000,00 / (\text{Rp.}30.624.000,00 - \text{Rp.} 1.000.000,00)) \times 12$$

$$= 30,93 \text{ bulan}$$

Jadi waktu untuk mengembalikan modal jika usaha ini berjalan lancar adalah kurang lebih 31 bulan atau 2 tahun 7 bulan.

F. Perhitungan Batas Rugi Laba

1. Nilai batas rugi laba (BEP)
= biaya tetap / (1 – (biaya tidak tetap / biaya penjualan))

= Rp.49.776.000,00 / (1 – (Rp.21.600.000,00 / Rp. 102.000.000,00))

= Rp.63.1480.656,65
2. Persentase batas nilai rugi laba
= (nilai batas rugi laba / penjualan) x 100%

= (Rp.63.1480.656,65/Rp.102.000.000,00) x 100%

= 61.9%
3. Kapasitas batas rugi laba
= persentase batas rugi laba x kapasitas produksi 1 tahun

= 61,9% x 12.000 lembar

= 742926 lembar.

Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa jika papan semen serutan kayu dengan perekat semen pozolan kapur ini dibuat menjadi industri dengan skala kecil, maka cukup layak untuk dikelola. Hal ini dilihat dari batas rugi laba (BEP) dalam penjualan sebesar Rp.63.1480.656,65 pada kapasitas produksi sebesar 12.000 lembar pertahun. Ini memberikan gambaran bahwa pengusahaannya masih bertahan dengan biaya dan pendapatan yang seimbang pada batas BEP tersebut dan pada persentase tingkat rugi laba sebesar 61,9% menunjukkan bahwa pengusahaannya memiliki kemampuan yang cukup baik. Menurut Riyanto (1977) dalam Mahfuz, et al (1999), bahwa usaha menjadi layak dan menguntungkan jika BEP di bawah 65%.

Dari laba usaha menjelaskan bahwa pengusahaannya sangat baik karena besarnya laba yang diperoleh selama satu tahun, yaitu sebesar Rp. 30.624.000,00. Dari laba tersebut dapat mengembalikan modal hanya dalam jangka waktu kurang lebih 2 tahun 7 bulan.

Prospek Pemasaran

Jika satu lembar papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan kapur ukuran 600 mm x 1200 mm x 100 mm dijual dengan harga Rp. 8.500,00/lembar, maka masih lebih murah dibandingkan dengan produk lain yang berada di pasaran, antara lain

1. 1 lembar kayu lapis ukuran 1200 mm x 2400 mm x 3 mm = Rp. 35.000,00
2. 1 lembar kalsiboard ukuran 1200 x 2400 mm x 4 mm = Rp. 32.000.000,00
3. 1 lembar papan yumen ukuran 600 mm x 1200 mm x 15 mm = Rp. 22.500,00
4. 1 lembar panel gips ukuran 600 mm x 1200 mm x 90 mm = Rp. 38.000,00

ataupun produk-produk hasil penelitian yang telah dilakukan Balai Penelitian dan Pemukiman Bandung pada tahun 1999, yaitu

1. Panel sekam padi = Rp. 12.500,00/m²
2. Panel sabut kelapa = Rp. 15.000,00/m²
3. Panel ampas tebu = Rp. 19.000,00/m².

Dana yang diinvestasikan dalam proses industri ini akan mengalami proses perputaran, artinya investasi tersebut akan diperoleh kembali tergantung dari persoalan waktu dan cara perputaran dana yang tertanam di dalamnya.

Jika pembangunan perumahan untuk RS/RSS dapat menggunakan papan semen dari hasil industri kecil ini, maka pengolahannya dapat ditingkatkan yang berakibat pada harga pokok yang diperoleh lebih murah. Dari proyeksi ekonomi yang telah diolah, maka pembuatan papan semen serutan rotan dengan perekat semen pozolan kapur cukup layak untuk dikembangkan lebih lanjut

Pembuatan Desain *Eco House*
menggunakan Material
Ramah Lingkungan

TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan

Sesuai dengan satu di antara Misi Kota Banjarbaru yaitu melakukan peningkatan kualitas permukiman yang layak huni, representatif dan berwawasan lingkungan, maka ada beberapa tujuan dalam melaksanakan kegiatan ini:

- Membuat desain rumah sederhana ramah lingkungan
Rencana kegiatan untuk *multiyears programs*:
- Membangun rumah sederhana dengan material ramah lingkungan.
- Membuat peraturan perundangan kebijakan pembangunan rumah ramah lingkungan

Manfaat

Pelaksanaan kegiatan ini diharapkan:

- Memberikan masukan pada pengembang perumahan dan penghuni rumah berupa konsep desain *eco house* dan pola pengembangan yang efisien serta memasyarakatkan pemakaian material ramah lingkungan
- Memberikan manfaat bagi lingkungan karena akan terjadi upaya perbaikan kualitas lingkungan dengan mengoptimalkan penggunaan limbah industri di Banjarbaru
- Bagi perguruan tinggi, peneliti atau perorangan yang berminat dengan masalah perumahan, maka temuan kegiatan ini dapat dijadikan umpan balik dalam mengembangkan teori-teori atau konsep baru mengenai perumahan
- Bagi pemerintah/departemen yang terkait, hasil temuan kegiatan ini dapat dijadikan referensi menentukan kebijakan-kebijakan perumahan di masa mendatang.

KERANGKA OPERASIONAL PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan ini menggunakan kerangka operasional sebagai berikut

- ❑ Pembuatan Desain Rumah Sederhana dengan Material Ramah Lingkungan

BIAYA

Anggaran biaya kegiatan ini sebesar **Rp. 18.500.000,-** (*Delapan Belas Juta Lima Ratus Ribu Rupiah*), dengan rincian sebagai berikut

Tabel 31. Anggaran Biaya Kegiatan

NOMOR	URAIAN PEMBIAYAAN	VOLUME	BIAYA SATUAN (Rp)	JUMLAH BIAYA (Rp)	KETERANGAN
	Belanja Operasional Kegiatan				
1	Analisis Desain Eco House di Banjarbaru menggunakan Material Ramah Lingkungan	paket	18.500.000,00	18.500.000,00	Bekerjasama dengan Lab. TI dengan Workshop Teknologi Hasil Hutan Fahutan Unlam
	Pembangunan Eco House di Banjarbaru	paket			[rencana untuk multiyears programs]Bekerjasama dengan satu di antara Pengembang Perumahan di Banjarbaru dan beberapa distributor material di Kalimantan Selatan
Total Biaya Keseluruhan				18.500.000,00	

ORGANISASI DAN JADWAL

Organisasi

Kegiatan ini dilaksanakan dengan susunan tim sebagai berikut

1. Ketua Tim : Adi Rahmadi, S.Hut., M.T.
2. Sekretaris : Bambang Mulyadi, S.P., M. Sc.
3. Staf Ahli
 - a. Bidang Lingkungan : Drs. Krisdianto, M.Sc.
 - b. Bidang Fisika Material : Dra. Ninis H. Haryanti, M.Si.
 - c. Bidang Rekayasa Pengelolaan Limbah : Ir. Henry Wardhana, M.T.
 - d. Bidang Perencanaan dan Tata Kota : Irwin Sylvari Yulian, S.T.

Jadwal

Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan mulai disetujuinya proposal sampai dengan serah terima laporan kegiatan, dengan alokasi waktu diuraikan pada tabel di bawah ini

Tabel 32. Jadwal Pelaksanaan Kegiatan

No	KEGIATAN	BULAN		
		1	2	3
1	Penyusunan dan Finalisasi Proposal Kegiatan	■		
2	Seminar Proposal Kegiatan	■		
3	Penentuan Sampel		■	
4	Pengumpulan Data		■	
5	Analisis Data		■	■
6	Pembuatan Draf Laporan			■
7	Seminar Hasil Kegiatan			■
8	Penyempurnaan Laporan Kegiatan			■
9	Penggandaan dan Penjilidan Laporan Kegiatan			■
10	Serah Terima Laporan Kegiatan			■

HASIL PENELITIAN

1.1. GREEN BUILDING

Green building telah menjadi sebuah keniscayaan pada era kerusakan lingkungan global yang sangat mengkhawatirkan. Sumber daya alam yang semakin menipis dan terpolusi serta terjadi peningkatan suhu bumi setiap tahunnya, memunculkan krisis energi dan lingkungan dan menyebabkan umat manusia kehilangan kendali atas alam.

Berbagai upaya dilakukan atas nama *green*. *Green product* bahkan menjadi jualan yang marak dimana-mana. Bangunan sendiri yang cukup banyak menyumbang atas krisis energi dan lingkungan, berupaya menjadi *green*. Berbagai rating muncul di berbagai belahan bumi, mulai dari LEED, Greenmark dan Greenstar. Di Indonesia, GBCI (Green Building Council of Indonesia) telah meluncurkan sistem rating yang dinamakan *GreenShip*. Bangunan yang dapat dievaluasi oleh sistem *GreenShip*, minimal 1.500 m².

Sistem rating *GreenShip* memiliki 6 kategori, yakni:

- A. Tepat Guna Lahan, maksimal poin 18 poin
- B. Efisiensi Energi & Refrigeran, maksimal 34 poin
- C. Konservasi Air, maksimal poin 18 poin
- D. Sumber & Siklus Material, maksimal 8 poin
- E. Kualitas Udara & kenyamanan Ruangan, maksimal 11 poin
- F. Manajemen Lingkungan Bangunan,

Predikat sertifikasi proyek terbagi menjadi 4 pencapaian, yakni

- A. Perunggu, bila mencapai nilai akumulasi 33 poin
- B. Perak, bila mencapai nilai akumulasi 44 poin
- C. Emas, bila mencapai nilai akumulasi 54 poin
- D. Platinum, bila mencapai nilai akumulasi 70 poin

1.2. ECOTECT

Software Ecotect diprogram sebagai bagian dari presentasi tesis doctoral **Dr. Andrew Marsh** di *School of Architecture and Fine Arts* pada *The University of Western Australia*. Tema pokok dalam tesisnya adalah kinerja bangunan dapat dikalkulasi oleh arsitek pada tahap desain konseptual, bila dilakukan pada tahap akhir biasanya dapat mengakibatkan proses tambal sulam. Sebagian besar waktu dan uang dapat dihemat dengan memperhitungkan segala sesuatu dari awal.

Setelah tesisnya, Software Ecotect banyak mengalami perubahan. Versi 2.5 merupakan versi komersial pertama yang dirilis tahun 1996, diikuti versi 3.0 tahun 1998, versi 4.0 tahun 2000, versi 5 bulan Juni 2002 dan versi 5.5 bulan September 2006 dan versi 5.6 bulan Juni 2008 Selanjutnya Ecotect dibeli oleh Autodesk dengan menelorkan Autodesk Ecotect 2009 bulan Januari 2009, dan Autodesk Ecotect Analysis 2010 bulan Maret 2009.

Ecotect 2010 merupakan software analisis bangunan paling komprehensif dan paling inovatif. Dilengkapi dengan 3D modeling yang diintegrasikan dengan berbagai fungsi analisis dan simulasi yang mudah dioperasikan bagi perancang bangunan.

Ciri khas Ecotect adalah perhitungan yang tervisualisasi dari proses awal desain hingga desain final. Perancang memasukkan berbagai informasi terlebih dahulu sebelum bangunan didesain. Informasi iklim pertama-tama dimasukkan untuk menghitung potensi berbagai strategi pasif dengan mengoptimalkan penggunaan radiasi matahari dan cahaya. Setelah itu, menguji berbagai model mulai dari bentukan awal hingga didapat bentuk final.

Banyak orang mengira mengoperasikan Ecotect cukup dengan membuat model atau mengimport 3D model, tekan sejumlah tombol, dan Ecotect langsung memberikan jawaban. Pandangan yang lebih tepat adalah Ecotect merupakan *kalkulator desain*. Seperti layaknya kalkulator, tetap diperlukan pengetahuan pengguna mengenai apa permasalahannya dan bagaimana memformulasikannya ke dalam kalkulator. Oleh karena itu, Ecotect tidak mungkin merekomendasikan solusi desain pasif yang paling tepat, namun mampu memberikan informasi berapa banyak radiasi matahari yang melewati jendela, kapan, dan dimana jatuhnya. Ini artinya *dasar-dasar fisika bangunan* harus dipahami para perancang yang notabene paling bertanggung jawab atas keberhasilan suatu bangunan.

Dasar pemikiran dalam Ecotect adalah bahwa pertimbangan terhadap prinsip-prinsip desain lingkungan akan sangat efektif bila dilakukan saat tahap konseptual. Geometri, material, perletakan merupakan aspek penting bagi kinerja bangunan, yang diramu dalam tahapan konseptual. Oleh karena itu tahapan ini merupakan tahapan krusial bagi proses desain keseluruhan.

Namun tahapan ini juga merupakan tahapan yang paling diabaikan oleh software analisis dan simulasi bangunan lainnya, utamanya dikarenakan program-program tersebut tidak memuat data kuantitatif. Padahal masukan pada tahap ini akan memberi manfaat bagi perancang, sehingga dapat memandu mereka dalam proses pengambilan keputusan dari sejak awal untuk mendapatkan solusi desain yang lebih efektif dan efisien sehingga terhindar dari hasil kerja tambal sulam gara-gara keputusan yang salah.

Desain konseptual merupakan proses berulang yang melibatkan pencarian ide yang perlu diuji dan dievaluasi, dicoret segera atau direvisi. Metode yang umum dilakukan dalam menguji ide desain berupa sketsa, analisis geometri sederhana, atau kalkulasi sederhana.

Kriteria pengujian desain seringkali berkaitan dengan kecepatan. Kemampuan untuk menyingkirkan ide yang tidak sesuai dapat menghemat waktu dan upaya secara signifikan. Sebagian besar proses pengujian adalah bereksperimen dengan bentuk sampai diketahui keberhasilannya. Sebagai contoh, seorang klien meminta solusi desain pasif yang komplit untuk desain perkantoran. Ecotect tidak mengetahui sistem pasif apa yang akan digunakan atau bahkan kondisi bagaimana yang akan terasa nyaman, namun melalui input geometri dan material, ecotect mampu mengkalkulasi level pencahayaan alami pada suatu ruangan, kondisi temperatur yang berbeda pada setiap ruang, seberapa luas shading harus dibuat untuk mencegah penetrasi sinar matahari langsung, dan secara estimasi kasar seberapa besar biayanya. Tugas perancang adalah memberi masukan sejumlah opsi desain, putuskan analisis mana yang diperlukan dan komparasikan. Ecotect menyediakan berbagai analisis bangunan agar pengguna mendapatkan variasi masukan yang maksimal.

Di sisi lain terdapat banyak analisis yang tidak perlu sampai di printout. Contohnya, cukup dengan melihat animasi bayangan dapat memberikan banyak informasi yang berguna bagi perancang untuk dilakukan revisi desain lagi. Seperti halnya para perancang yang dapat mengutak-atik berbagai pilihan bentuk hanya dengan sketsa pensil dibantu imajinasinya, dalam Ecotect opsi pencahayaan dan termal sederhana dapat secara cepat “disektsa” dan diuji. Analisis terhadap berbagai pilihan secara progresif akan memandu dan memperbaiki upaya revisi desain selanjutnya.

Ecotect dimaksudkan sebagai alat desain konseptual. Artinya ecotect dirancang agar kita misalnya bisa secara cepat mengubah berbagai zona/layer, mencoba berbagai pilihan material, merubah ukuran jendela, dan memunculkan berbagai strategi shading. Jadi sebelum dibuat gambar CADnya alangkah lebih baik diuji performa desainnya.

Perlu dicatat, dalam banyak kasus, hasil kalkulasi yang sangat akurat sebenarnya tidak menjadi hal penting pada tahap awal, selama memiliki basis yang sama untuk setiap perbandingan kalkulasi. Dengan menggunakan model sederhana memang tidak akan menjamin level pencahayaan dalam suatu ruang aktualnya akan sebesar misalnya 230.87 lux, tetepi dengan mengetahui komparasi terhadap bukaan yang lebih lebar dipastikan akan didapat peningkatan level cahaya sebesar 15%. Akurasi perhitungan yang mutlak akan semakin meningkat seiring pengembangan desain dan penambahan detail.

Dalam Ecotect, model dibuat dengan membuat ruangan-ruangan atau menetapkan zona-zonanya. Analisis secara otomatis bekerja untuk menetapkan apa yang terdapat pada setiap zonanya, karakteristik geometrinya, dan yang paling penting adalah relasi spasial dengan zona lainnya Ecotect bukanlah ditujukan sebagai program validasi desain yang dapat menjawab semua permasalahan secara final. Untuk manfaat maksimum, Ecotect perlu digunakan pada tahapan awal sebuah proyek. Saat desain mendekati penyelesaian, sangat direkomendasikan untuk mengeksport model ecotect

ke program validasi yang lebih detil seperti EnergyPlus dan RADIANCE, yang sering digunakan oleh konsultan pencahayaan dan energi.

1.3. GREEN BUILDING ANALYSIS DALAM ECOTECT

Karakteristik yang paling penting dalam Ecotect adalah pendekatan interaktif dalam analisis. Perbedaan penggunaan karpet dapat langsung diketahui dengan membandingkan respon terhadap tingkat iluminasi dan temperaturnya. Tambahkan jendela, dengan segera dapat diketahui efek temperaturnya, daylight factor, radiasi matahari yang jatuh, dan biaya bangunannya. Ecotect juga merupakan satu-satunya software yang menyertakan analisis kenyamanan, emisi gas rumah kaca, embodied energy berbarengan dengan biaya konstruksi dan biaya operasional sehingga terlihat secara langsung perbandingannya.

Aspek lainnya dari Ecotect yang menonjol adalah antarmuka 3D yang inovatif. Sistem penggambaran dengan CAD sebenarnya tidak tepat untuk tahap awal desain, memaksa perancang berfikir matematis pada saat seharusnya berfikir intuitif. Oleh karena itu, sistem penggambaran 3D yang fleksibel dan intuitif telah dirancang dengan memunculkan seperangkat relasi antar elemen bangunan mulai dari yang sangat sederhana hingga simplifikasi kreasi geometri yang rumit sekalipun dan juga fleksibilitas pengeditan saat desain kian kompleks.

Berkaitan dengan isu green building, ecotect mampu menyediakan sebagian analisis yang ada dalam sistem rating GreenShip, yakni :

A. Tepat Guna Lahan (potensi 5 poin dari 18 poin atau 28 %)

- **Lansekap pada lahan**, Penggunaan area lansekap dengan tanaman seluas 40% **(1 poin)**; penambahan nilai 1 poin untuk setiap penambahan 10%-nya **(maksimal 2 poin)**.
- **Mengurangi Pengaruh Heat Island**, menggunakan berbagai material untuk menghindari efek heat island pada atap sehingga nilai albedo minimal 0,3 **(1 poin)**; menggunakan berbagai material untuk menghindari efek heat island pada area nonatap sehingga nilai albedo minimal 0,3 **(1 poin)**.

B. Efisiensi Energi dan Refrigran (potensi 28 poin dari 34 poin atau 82 %)

- **Prasyarat**

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) / Energy Efficiency Index (EEI),

Intensitas konsumsi energi gedung hasil dari *energy modeling software* adalah sebagai berikut :

- Perkantoran 220 kWh/m². Tahun
- Mall 300 kWh/m². Tahun
- Hotel atau Apartemen 275 kWh/m². Tahun

- **Selubung Bangunan**, nilai *Overall Thermal Transfer Value* (OTTV) yang direkomendasikan 45 W/m²; Tiap penurunan 1 W/m² dari nilai OTTV tersebut mendapatkan nilai 1 poin (**maksimal 5 poin**).
- **Pencahayaan Buatan**, menggunakan lampu dengan efikasi cahaya paling tinggi 100 lumen/watt (**1 poin**).
- **Pencahayaan Alami**, Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% dari luas lantai yang digunakan *untuk bekerja* mendapatkan intensitas cahaya alami minimal sebesar 300 lux (**2 poin**); Apabila butir 1 dipenuhi dan ditambah dengan adanya *lux sensor* untuk otomatisasi pencahayaan buatan sebagai pengganti intensitas cahaya alami kurang dari 300 lux (**2 poin**);
- **Ventilasi dan infiltrasi**, tidak mengkondisikan (tidak ber AC) ruang WC, tangga, koridor dan lobi lift dan melengkapi ruangan tersebut dengan sistem ventilasi mekanis (**1 poin**); Desain bukaan harus kedap ketika dalam kondisi tertutup untuk menjaga infiltrasi udara luar seminimal mungkin pada gambar rancangan (**1 poin**);
- **Tindakan Efisiensi Energi**, Untuk setiap penghematan energi sebesar 2.5 % di bawah acuan prasyarat 1 akan mendapatkan nilai 1 poin (**maksimal 10 poin**).
- **Pengaruh perubahan iklim**, menyerahkan penghitungan pengurangan emisi CO₂ yang didapat dari penghematan energi di bawah IKE dengan menggunakan konversi antara CO₂ dan energi listrik yang telah ditetapkan pemerintah (**1 poin**).
- **Energi Baru dan Terbarukan yang bersumber di dalam Tapak**, menggunakan sumber energi baru dan terbarukan yang dapat menggantikan setiap 0.5% dari daya listrik maksimum yang dibutuhkan dalam gedung (**maksimal 5 poin**).

C. Konservasi Air

- **Penggunaan air**

D. Sumber & Siklus Material (potensi 3 poin dari 8 poin atau 37,5 %)

- **Penggunaan kembali Gedung dan Material Bekas**, menggunakan kembali semua material bekas baik berupa struktur beton, bahan fasade, plafond, partisi, kusen, dinding, perabotan dll setara minimal 5% dari total biaya pembangunan gedung (**1 poin**);
- **Produk yang Proses Pembuatannya Ramah Lingkungan**, menggunakan material pabrik yang bersertifikat ISO 14001 minimal setara dengan 30 % dari total biaya pembangunan gedung (**1 poin**); menggunakan material yang merupakan hasil proses daur ulang minimal setara dengan 30 % dari total biaya pembangunan gedung (**1 poin**);

E. Kualitas Udara & Kenyamanan Ruangan (potensi 4 poin dari 11 poin atau 36 %)

- **Introduksi Udara Luar Ruang**, Desain ruangan yang menunjukkan adanya potensi introduksi udara luar sebesar 10 cfm/orang (**1 poin**);
- **Kenyamanan Termal**, menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan yang dikondisikan minimal 25oC dan kelembaban relatif minimal 60% (**1 poin**); Apabila kondisi dalam ruangan adalah 25-26oC dan kelembaban relatif 55%±10 dapat dibuktikan bersamaan dengan Kommissioning Sistem (**1 poin**);
- **Pemandangan ke Luar Ruang**, Apabila 75% luas ruangan untuk bekerja menghadap langsung ke pemandangan luar yang dibatasi bukaan transparan apabila ditarik garis lurus (**1 poin**); Potensi keseluruhan software ecotect dalam menganalisis bangunan mencapai hingga 40 poin dari 101 poin maksimal atau setara dengan 39,6 %.

PENDEKATAN BIOKLIMATIK

Menurut Olgyay (1962) ekspresi arsitektural sebaiknya dicapai melalui studi berbagai elemen iklim, biologi dan teknologi. Data iklim tahunan setempat seperti suhu, kelembaban relatif, radiasi matahari maupun angin perlu dianalisa baik dalam skala regional, iklim mikro, maupun level ruang. Evaluasi biologis yang didasarkan pada tingkat kenyamanan tubuh manusia menjadi panduan bagi solusi desain yang berkaitan dengan teknologi bangunan. Penerapan teknologi ini dicapai melalui sejumlah kalkulasi yang meliputi pemilihan site, orientasi bangunan, sun-shading, bentuk bangunan, pergerakan udara, dan temperatur ruang dalam. Hasil analisa dari ketiga variabel di atas ditransformasikan ke dalam elemen-elemen arsitektural, dengan demikian bangunan tersebut diharapkan mampu mereduksi tekanan iklim yang berlebihan juga memanfaatkannya sesuai dengan tingkat kenyamanan manusia. Kondisi demikian menurut istilah Olgyay disebut "*climate balanced*". Berbagai kalkulasi di atas memiliki tingkat kerumitan tertentu yang menjadikan pendekatan bioklimatik kurang aplikatif dalam dunia praktisi. Pada era digital seperti sekarang ini, kalkulasi manual yang membutuhkan waktu dan tenaga sudah saatnya ditinggalkan. Untuk itu, pilihan menyertakan simulasi bioklimatik berbasis komputer dapat membantu pendekatan bioklimatik menjadi lebih populer.

1. PERANCANGAN BIOKLIMATIK BERBASIS KOMPUTER

Software *Ecotect* menjadi pilihan yang cukup signifikan dalam memberi ruang bagi pendekatan bioklimatik untuk lebih mudah diterapkan, karena software ini memiliki sejumlah fitur-fitur simulasi bioklimatik yang *ramah-pengguna*.

Dr. Andrew Marsh (2008) sang penemu *Ecotect* mulanya prihatin atas proses desain yang tidak efektif. Dengan *Ecotect* diharapkan performa bangunan dapat dipertimbangkan lebih awal pada tahapan konseptual ketimbang di akhir proses desain, sehingga dapat menghemat waktu dan uang.

Ecotect merupakan software analisa bangunan yang paling inovatif saat ini, yang mengintegrasikan pemodelan 3d dengan berbagai analisa dan simulasi performa bangunan. Berbagai fitur analisa dan simulasi diaplikasikan secara interaktif, setiap perubahan pada desain secara interaktif akan terbaca dampaknya.



Gambar 30. Tampilan antarmuka Ecotect

Analisa dan simulasi yang terkait dengan bioklimatik mencakup analisa termal dan pencahayaan. Untuk menentukan temperatur internal dan beban panas, Ecotect mengadaptasi *Chartered Institute of Building Services Engineers (CIBSE) Admittance Method*. Admittance Method merupakan metode simplifikasi yang sangat cepat dikalkulasi dan dapat digunakan untuk menghasilkan sejumlah besar informasi yang berguna dalam proses desain. Metode ini telah digunakan secara luas di berbagai belahan dunia dan telah teruji sebagai alat bantu desain yang sangat bermanfaat. Untuk tujuan desain, Metode Admittance merupakan pilihan terbaik sejauh ini (Marsh,2008).

Untuk analisa pencahayaan alami, Ecotect menerapkan berbagai metode untuk mengakomodasi kondisi yang berbeda. Metode-metode yang dipakai mulai dari yang sederhana yakni *Average Daylight Factor* dan *Sky Points Overlay* hingga yang cukup kompleks, yaitu *BRE Split-Flux Method*. Sedangkan untuk pencahayaan buatan Ecotect hanya menggunakan *point by point method*, sebagai panduan awal dalam proses desain.

Perlu diperhatikan bahwa Ecotect bukanlah software validasi. Ecotect berguna sebagai alat bantu desain pada tahapan konseptual untuk memprediksi performa desain, jadi saat desain mendekati penyelesaian akhir maka sebaiknya analisa dilanjutkan dengan software yang lebih spesifik seperti *EnergyPlus* untuk beban pendinginan dan *RADIANCE* untuk pencahayaan. Untuk OTTV dan EEI, perhitungan lebih valid harus dilakukan melalui rumus-rumus.

Disamping itu terdapat limitasi yang dimiliki Ecotect, yakni belum tersedianya diagram untuk menghitung jumlah *direct radiation* dan *diffuse radiation*, juga fitur untuk menghitung *time-lag* dan *solar heat gain*, serta fitur untuk mengkalkulasi OTTV dan EEI secara langsung. Untuk mendukung software Ecotect, penulis membuat suatu program yang dinamakan yaitu *ESP* atau *Ecotect*

Supporting Program yang mampu membantu menghitung variabel ataupun kalkulasi yang belum tersedia dalam Ecotect.

1. INPUT AWAL

Sebelum dilakukan simulasi pada Ecotect maka harus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- memasukkan input letak geografis dan data iklim dimana suatu proyek akan didesain
- membuat 3d model
- mengisi properti material
- mengisi karakteristik ruang

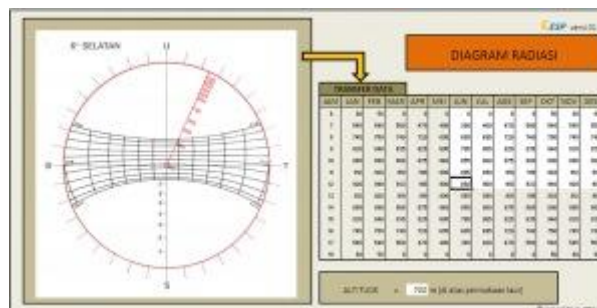
3.1. Letak geografis dan data iklim

Input letak geografis yang harus diisi adalah garis lintang, garis bujur dan zona waktu GMT. Bila informasi letak geografisnya tidak bisa didapat, Ecotect menyediakan peta yang akan menampilkan ketiga variabel di atas secara otomatis.

Letak geografis juga akan secara otomatis muncul bila data iklim dari *weather-tool* dimasukkan. *Weather-tool* merupakan software pelengkap bawaan Ecotect yang bisa diakses secara terpisah yang berfungsi sebagai database iklim berbagai kota di dunia. Sayangnya, kota-kota di Indonesia belum disertakan dalam database tersebut sehingga harus diinput secara khusus.

Data iklim yang perlu diinput adalah temperatur udara, kelembaban relatif, angin, persentase awan, radiasi langsung (*direct radiation*) dan radiasi tak langsung (*diffuse radiation*). Selain kedua faktor terakhir, data-data bisa didapatkan dari BMG. Namun untuk *direct radiation* perlu menggunakan diagram radiasi yang di-overlay pada diagram matahari sesuai posisi lintangnya. Sedangkan untuk menghitung *diffuse radiation* tinggal menghitung persentasenya dari *direct radiation* (Lihat Evans, 1980).

Untuk mempermudah perhitungan radiasi, dalam program ESP telah diakomodasi kalkulasi radiasi matahari dimana diagram radiasi di-*overlay* pada diagram matahari, untuk mendapatkan nilai per jam setiap bulannya. Ketinggian dari permukaan laut dan faktor *diffuse* juga dimasukkan.



Gambar 31. Kalkulasi radiasi matahari dengan ESP

3.2. Membuat 3d model

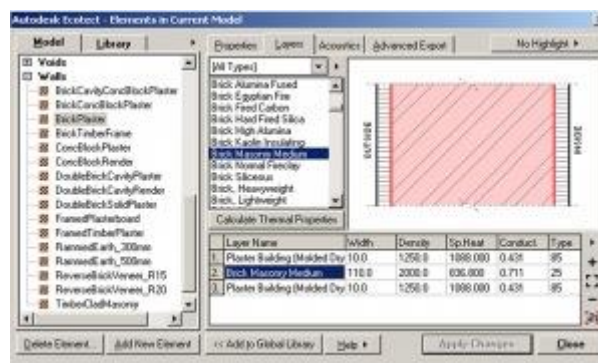
Langkah selanjutnya adalah membuat 3d model dari bangunan yang akan disimulasikan. Terdapat dua jenis model dalam ecotect, yakni model yang diimport dari software 3d lain semisal 3dmax atau Revit Architecture; model yang kedua adalah model yang dibuat khusus dalam Ecotect.

Model yang diimport diperuntukkan bagi simulasi sun-shading dan pencahayaan, karena kedua simulasi tersebut tidak memerlukan kalkulasi yang kompleks. Sedangkan untuk simulasi termal, dikarenakan kalkulasinya sangat kompleks, maka model harus dibuat khusus dalam Ecotect.

3.3. Properti material

Pengaruh elemen iklim ke dalam bangunan salah satunya tergantung pada material bangunan yang digunakan. Bila properti suatu material cukup bagus maka akan mampu mereduksi beban panas ataupun mampu mengoptimalkan cahaya alami.

Ada dua kategori material sebagai dasar kalkulasi yaitu material padat/*opaque material* dan material transparan. Properti seperti *reflectance*, *transmittance*, *admittance*, *u-value*, *specularity*, *roughness* dan *emissivity* diperlukan oleh kedua jenis material tersebut. Namun terdapat properti tambahan yang hanya dimiliki oleh masing-masing material. Material padat memerlukan properti *solar absorption*, *thermal decrement* dan *time-lag*. Sedangkan material transparan memerlukan properti *solar heat-gain* dan *refractive index*.



Gambar 32. Tampilan fitur properti material

Sejumlah properti seperti u-value, admittance, thermal decrement dan refractive index dapat dikalkulasi oleh Ecotect melalui input tambahan yakni *conductivity*, *specific heat*, *density* dan ketebalan material. Demikian pula untuk solar absorption dan reflectance akan secara otomatis muncul nilainya setelah warna material dipilih. Tetapi sejauh ini Ecotect belum mampu mengkalkulasi time-lag. Melalui ESP, perhitungan time-lag dapat dilakukan seperti yang terlihat pada gbr. 4. Untuk solar heat gain dan transmittance dapat diambil dari data supplier material atau dapat dihitung melalui ESP. Perhitungan ketiga variabel tersebut mengacu pada buku *Housing, Climate and Comfort* karangan Martin Evans (1980).

PERHITUNGAN TIME LAG

ESP versi 0.0

Input: λ (konduktivitas pemukiman luar) = 0.005 m²K/W

	Tebal (mm)	Densitas (kg/m ³)	Konduktivitas (W/mK)	Alfa (m ² /s)	Gamma (m ² /s)
1 (tebalkan material)	25	100	0.001	0	0
2 (isolasi material)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
3 (insulasi material)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4 (kapasitas panas)	1000	896.8	0.001	0	0
5 (densitas)	1250	3000	1250	0	0

Output:

R_t = 0.000000 m²K/W

total G_t = 12.500 W/m²

Waktu ekuivalensi = 0.14 hr (lihat pada diagram 5)

Time lag = 4.10 jam (lihat pada diagram 5)

© Emami Dan 2011

Gambar 33. Kalkulasi time lag dengan ESP

3.4. Karakteristik ruang

Karakteristik ruang yang dimaksud dalam Ecotect adalah kondisi ruangan yang berkaitan dengan kenyamanan termal dan pencahayaan. Hal ini dipengaruhi oleh pengaturan nilai *clo*, *humidity*, *air speed*, *lighting level*, *occupancy*, *activity*, *internal gain*, *infiltration rate*, *active system*, *thermostate range* dan *hours of operation*.

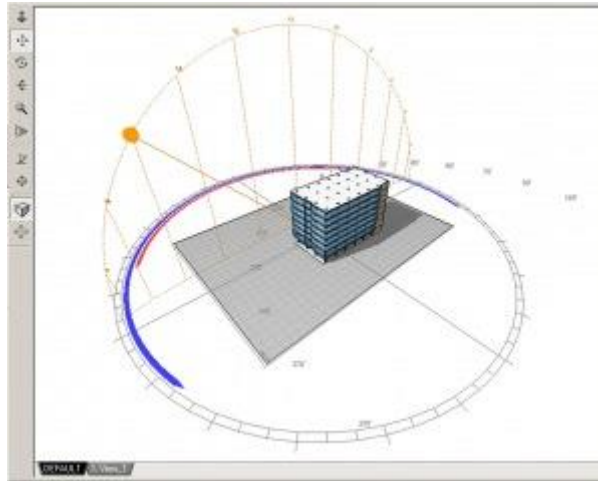
Pengaturan tipikal pakaian penghuni, jumlah orang yang menghuni dalam setiap ruangnya, jenis kegiatan yang dilakukan, waktu huni dan output panas dari lampu maupun peralatan elektronik akan mempengaruhi beban panas dalam suatu ruangan dan selanjutnya mempengaruhi beban AC dalam mengkonsumsi listrik atau disebut *cooling load*. Jenis pengkondisian udara yang dipilih apakah *natural ventilation*, *cooling only* atau *mix-mode* dan pengaturan *comfort band*-nya, tentu akan berpengaruh juga pada tingkat konsumsi listrik suatu ruangan.

Jadi fitur ini utamanya berfungsi untuk membuat skenario jenis tipikal penghuni yang berpengaruh pada beban panas ruangan dan perilaku penghuni dalam menggunakan sistem AC.

1. SIMULASI

Simulasi-simulasi yang dapat dilakukan Ecotect antara lain: sun-shading, pencahayaan alami & buatan, OTTV (Overall Thermal Transfer Value), mean radiant temperature, heat island, periode kenyamanan termal, cooling load, dan EEI (Energy efficient Index). Hasil simulasi akan ditampilkan dalam bentuk *analysis grid*, grafik maupun tabel. Untuk perhitungan OTTV dan EEI, Ecotect hanya menyuplai simulasi untuk nilai dari variabel-variabelnya saja, misalnya, luas, *transmitted radiation*, jam operasional setahun, total prediksi konsumsi listrik setahun dan total luas ruangan ber AC. Selanjutnya dengan bantuan ESP, variabel-variabel tersebut dimasukkan untuk didapatkan hasil akhirnya.

4.1. Sun-Shading



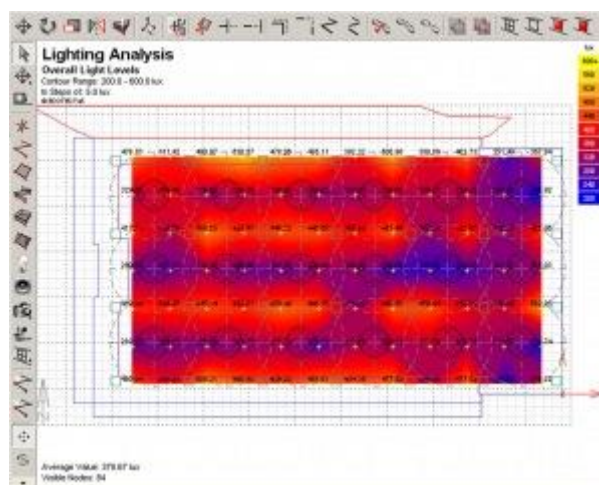
Gambar 34. Aplikasi diagram matahari pada Ecotect

Simulasi sun-shading membutuhkan diagram matahari yang disesuaikan dengan letak geografis suatu proyek. Simulasi secara manual sangatlah repot, diagram pengukur sudut bayangan di overlay pada diagram matahari, selanjutnya didapat sudut vertikal dan horizontal untuk diaplikasikan pada gambar (Lihat Lippsmeier, 1994).

Bila menggunakan Ecotect, desain peneduh akan secara cepat kita ketahui kinerjanya pada setiap jam atau menitnya. Setelah diaktifkan maka diagram matahari dan bayangan matahari akan segera muncul. Kita bisa mengevaluasi dan mengubah desain untuk mendapatkan peneduh yang efektif. Ecotect juga memiliki fitur untuk mendesain peneduh secara otomatis dan juga bisa membuat animasi bayangan dalam durasi tertentu.

4.2. Pencahayaan

Pencahayaan dalam bangunan terdiri dari pencahayaan buatan dan alami. Perhitungan pencahayaan melibatkan banyak variabel mulai dari *candle power*, *daylight factor*, *dirt depreciation factor*, *sky component*, *externally reflected component* dan *internally reflected component* (Egan, 1983).



Gambar 35. Hasil simulasi pencahayaan alami dan buatan

Ecotect menawarkan solusi yang mudah dengan menyediakan fitur input lampu beserta kurva distribusinya. Input yang diperlukan adalah *candella output, total lumens, electricity usage, hot-spot angle, cut-off angle*. Sedangkan untuk pencahayaan alami, disediakan *wizard* khusus yang memandu kita langkah demi langkah untuk mengisi inputnya, seperti *design sky illuminance* dan *window cleanliness*. Setelah mengisi semua input maka tinggal dilakukan simulasi mulai dari *daylight factor, sky component, externally reflected component, internally reflected component, electric light levels, daylighting light levels* dan *overall light levels*.

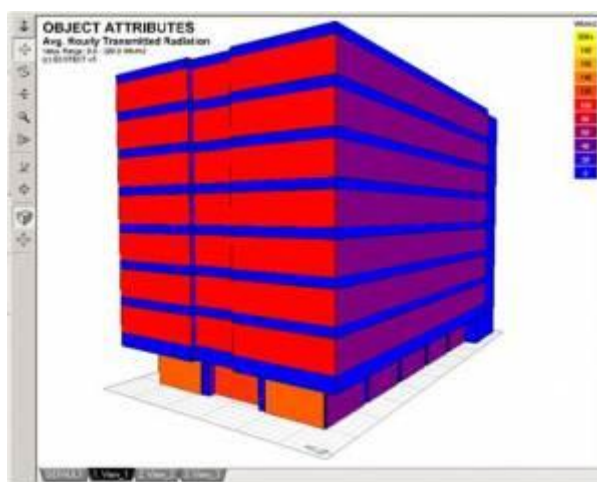
Fitur tambahan untuk pencahayaan adalah simulasi *photoelectric sensing effect* yaitu fitur untuk mengecek persentase ketidakperluan penggunaan lampu selama setahun dikarenakan kontribusi pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan. Hal ini berguna untuk menganalisa efektifitas pencahayaan alami melalui *lux-sensor*.

4.3. Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Overall Thermal Transfer Value merupakan salah satu indikator untuk menunjukkan efektifitas suatu desain bangunan hemat energi. Berdasarkan SNI 03-6389-2000 mengenai *konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*, OTTV adalah nilai perpindahan termal menyeluruh pada dinding luar yang memiliki arah atau orientasi tertentu dengan rumus :

$$OTTV = a. [(U_w \times (1 - WWR)] \times TD_{Ek} + (SC \times WWR \times SF) + (U_f \times WWR \times DT) \dots\dots\dots(1)$$

Variabel yang terdapat dalam rumus OTTV adalah *absorbtansi, u-value, window-wall ratio, beda temperatur ekuivalen, koefisien peneduh kaca, koefisien peneduh alat peneduh, faktor radiasi matahari, dan beda temperatur perencanaan antara dinding luar dan dalam*.



Gambar 36. Hasil simulasi average hourly transmitted radiation untuk memprediksi OTTV

Dalam Ecotect istilah OTTV memang tidak dicantumkan, namun terdapat fitur simulasi yang bernama *Average Hourly Transmitted Radiation* yang serupa dengan OTTV. Kedua istilah tersebut

memiliki kesamaan prinsip, yakni jumlah radiasi yang ditransmisikan lewat suatu permukaan ke dalam bangunan. Hasil simulasi Ecotect masih dalam satuan watt, sehingga masih perlu dibagi dengan luas permukaan. Untuk validasi, tetap diperlukan rumus (1) yang sudah diakomodasi dalam ESP. Kecepatan Ecotect untuk menghitung luasan jendela dan dinding masif akan menghemat waktu dalam menghitung OTTV. Demikian pula untuk perhitungan absorbtansi, u-value dan koefisien peneduh alat peneduh sudah terdapat fitur kalkulasinya dalam Ecotect. Variabel seperti beda temperatur ekuivalen, faktor radiasi matahari, dan beda temperatur perencanaan antara dinding luar dan dalam diambil dari SNI 03-6389-2000. Sedangkan untuk menghitung koefisien peneduh kaca terdapat perhitungan tersendiri dalam ESP.

PERHITUNGAN OTTV				
	TI	Tg	bd	bl
a (absorbtansi warna)	0.91	0.91	0.91	0.91
a (absorbtansi material)	0.89	0.89	0.89	0.89
U _w (u-value dinding)	2.500	2.500	2.500	2.500
A _w (luas dinding)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
d (densitas dinding)	1760	1760	1760	1760
tebal dinding	0.15	0.15	0.15	0.15
Berat (jaruan kaca)	284	284	284	284
TD _w	10	10	10	10
SF	113	97	176	211
SC (koef. Peneduh kaca)	0.61	0.61	0.61	0.61
SCy(koef. Alat peneduh)	0.23	0.23	0.23	0.23
SC (koef. Peneduh total)	0.13	0.13	0.13	0.13
U _g (u-value kaca)	8.440	8.440	8.440	8.440
A _g (luas kaca)	500.0	500.0	500.0	500.0
DT (beda temperatur)	5			

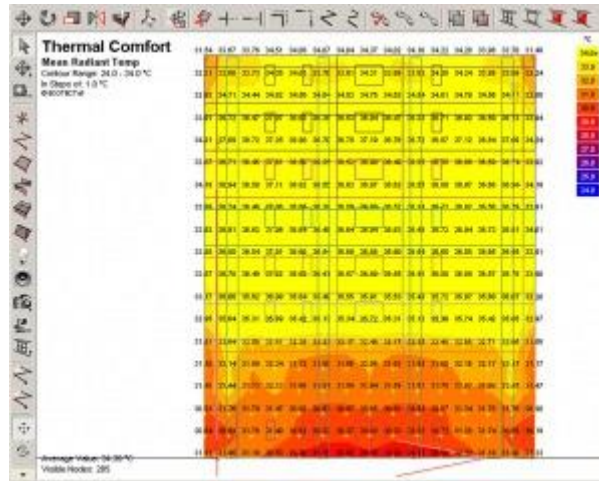
HASIL	
ORIENTASI	W/m²
ti	26.84
tg	25.63
bd	29.38
bl	30.92
TOTAL	28.18

Gambar 37. Kalkulasi OTTV dengan menggunakan ESP

4.4. Mean Radiant Temperature

Mean Radiant Temperature (MRT) berasal dari dampak panas yang dihasilkan dari radiasi oleh seluruh permukaan material. Untuk mengukur MRT secara manual pada ruangan tertentu diperlukan diagram yang dinamakan *hemispherical radiation nomogram* (Olgay,1962). Simulasi MRT pada Ecotect ditampilkan dalam bentuk kontur warna sesuai dengan tingkat suhu yang dihasilkan pada setiap titik dalam suatu ruangan.

Gabungan dari MRT, temperatur udara dan pergerakan angin menghasilkan efek panas yang diindikasikan sebagai temperatur internal atau *dry-resultant temperature* (CIBSE Guide A, 1999). Dari proses simulasi ini terdapat hasil analisa lainnya yakni, *predicted mean vote*, *percent dissatisfaction*, *required air velocity* dan *solar gain*.

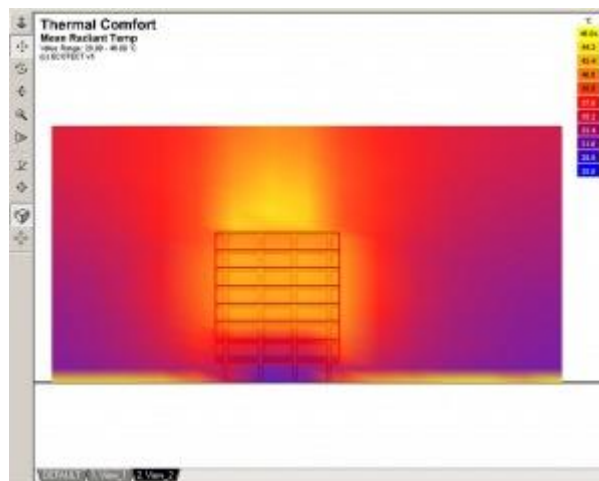


Gambar 38. Hasil simulasi mean radiant temperature

4.5. Heat Island

Istilah “heat island” mengacu pada temperatur udara dan permukaan pada area urban yang lebih tinggi dibanding area pedesaan di sekeliling urban. Salah satu penyebabnya adalah properti termal material bangunan yang menambah panas pada udara (Cleveland, 2010).

Tingkat reflektansi ataupun emisivitas yang tinggi dari penggunaan material akan berpengaruh pada temperatur permukaan atau MRT. Simulasi MRT pada area luar bangunan dapat juga dilakukan oleh Ecotect.



Gambar 39. Hasil simulasi mean radiant temperature sebagai parameter heat island

4.6. Periode Kenyamanan Termal

TEMP.	JAM	PERCENT
8.0	0	0.0%
2.0	0	0.0%
4.0	0	0.0%
6.0	0	0.0%
8.0	0	0.0%
10.0	0	0.0%
12.0	0	0.0%
14.0	0	0.0%
16.0	0	0.0%
18.0	0	0.0%
20.0	0	0.0%
22.0	0	0.0%
24.0	3	0.0%
26.0	17	0.7%
28.0	0	0.0%
30.0	0	0.0%
32.0	0	0.0%
34.0	0	0.0%
36.0	0	0.0%
38.0	204	9.5%
40.0	18	0.8%
42.0	1327	56.5%
44.0	730	31.1%
46.0	0	0.0%
COMFORT	18	0.8%

Gambar 40. Hasil simulasi periode kenyamanan berupa table

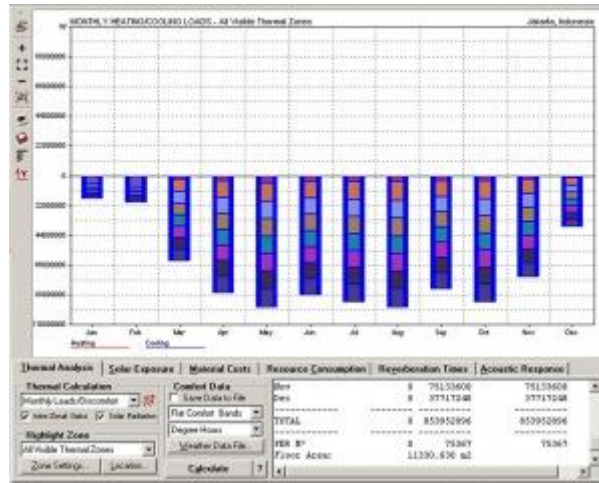
Batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah 19-26°C TE (Lippsmeier, 1994). Bila dicek pada diagram psikometrik (Houghton dan Yahlou, 1923), temperatur 19°C TE memiliki kisaran temperatur kering 19,5-20,5°C pada kelembaban relatif 65-85% dan kecepatan angin 1,5-2 m/det. Sedangkan temperatur 26°C TE memiliki kisaran temperatur kering 27-29°C pada kelembaban relatif 65-85% dan kecepatan angin 2,6-2,9 m/det.

Batas kenyamanan diatur terlebih dahulu sebagai input awal, Dr. Andrew Marsh menyarankan kisaran 18-28°C untuk daerah beriklim tropis. Selanjutnya dilakukan simulasi dan dihasilkan grafik *temperature distribution* dan tabel *annual temperature distribution*, dimana pada tabel tersebut akan tertera jumlah jam beserta persentase periode kenyamanan termalnya berdasarkan temperatur internal.

4.7. Cooling Load

Cooling load atau beban pendinginan dipengaruhi oleh properti termal material, panas dari lampu dan peralatan listrik, tingkat hunian, beban udara luar, beban selubung bangunan melalui OTTV dan beban sistem (SNI 03-6390-2000).

Berdasarkan berbagai input, Ecotect akan mensimulasikan beban pendinginan lalu menampilkan grafik dan tabel *cooling load* yang menampilkan beban pendinginan pada setiap bulan sepanjang tahun.



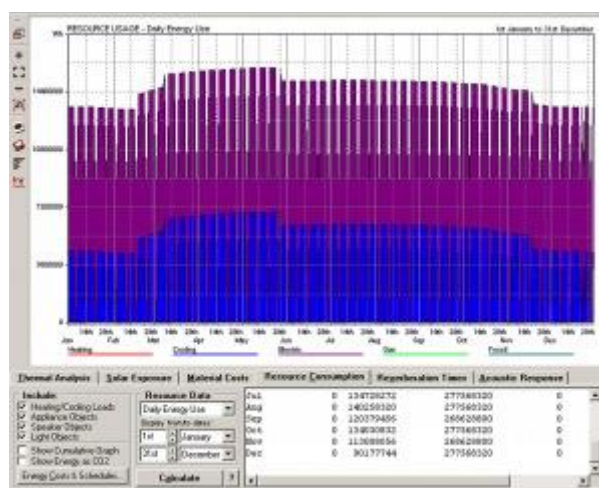
Gambar 41. Hasil simulasi cooling load per bulan

4.8. Energy Efficient Index (EEI)

Bila mengacu pada ASEAN Award, Energy Efficient Index (EEI) atau Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah total konsumsi energi listrik per satuan luas ruangan berAC dalam setahun dikalikan perbandingan jam operasional standar dalam setahun dengan jam operasional real dalam setahun, dengan rumus :

$$EEI = (2000 / \text{jam operasional real setahun}) \times \text{total konsumsi listrik setahun} / \text{luas ruangan ber-AC} \dots\dots\dots(2)$$

Seperti halnya OTTV istilah EEI juga tidak disebutkan dalam Ecotect, namun variabel untuk mendukung perhitungan EEI dapat diprediksi dalam Ecotect seperti jam operasional setahun, total konsumsi listrik setahun dan total luas ruangan ber AC. Sumber konsumsi listrik pada Ecotect dibagi menjadi 3 variabel utama yakni *cooling load*, *appliance object* dan *light object*. Konsumsi listrik pada Ecotect berfungsi sebagai prediksi awal yang tentunya memerlukan analisa lebih lanjut.



Gambar 42. Hasil simulasi total konsumsi listrik setahun untuk prediksi awal EEI

Selanjutnya variabel yang sudah didapatkan dari Ecotect bisa dimasukkan ke dalam ESP untuk mendapatkan prediksi nilai EEI-nya.



Gambar 43. Prediksi EEI dengan menggunakan ESP

Efektifitas desain bioklimatik perlu ditunjang oleh alat bantu desain yang efektif, salah satunya adalah pemanfaatan simulasi berbasis komputer. Ecotect menawarkan fitur simulasi yang mampu mengakomodasi hal tersebut. Meskipun bukan merupakan alat validasi utama, Ecotect bisa memberikan prediksi-prediksi awal mengenai performa bangunan khususnya terkait dengan perancangan bioklimatik seperti pencahayaan, sun-shading dan analisis termal.

Software Ecotect juga mampu mensimulasikan green material dengan mengakomodasi variabel *greenhouse gas emission* dan *initial embodied energy*, green energy dengan simulasi panel surya, konversi listrik ke CO₂, prediksi biaya total konstruksi dan biaya total *maintenance* dan juga penggunaan air. Harapan agar pendekatan bioklimatik menjadi sebuah pendekatan wajib bagi para arsitek – bahkan juga pendekatan green building – mudah-mudahan dapat terjembatani melalui software Ecotect .

Akhirnya, dengan menganalisis desain rumah tinggal di Banjarbaru dengan menggunakan software Ecotect, dapat dijadikan sebagai bahan mempertimbangkan produk papan semen dan batako yang telah memenuhi standar SNI yang berlaku dijadikan sebagai material bangunan yang digunakan dalam pembuatan *Eco House*.

Konsep *Renovable* pada Rumah Tipe 36

Dasar rumah yang dijadikan dasar rancangan rumah *renovable* adalah tipe 3 karena tingkat renovasinya yang paling kecil. Dasar penerapan konsep *renovable* terdiri dari:

3. Ukuran Ruang

Ruang-ruang dalam konsep *renovable* menggunakan ukuran ruang minimal.

- c. Ruang Makan berukuran 4,5 m²
- d. Ruang Dapur berukuran 4,25 m²

4. Tampilan Bangunan

Konsep yang sederhana yang diharapkan dapat menyesuaikan dengan keinginan penghuni. Bentuk atap sederhana yakni jenis atap pelana. Fasad tidak banyak detail, minim dekoratif dan aksesoris, garis horisontal pada lisplank untuk memberikan bentuk lain pada tampilan bangunan. Konsep tampilan dapat menyesuaikan dengan pola pengembangan rumah (rumah tumbuh).

3. Tata Ruang

Organisasi ruang dibuat sesederhana mungkin agar tidak banyak pembatas ruang, sehingga dalam pengembangannya rumah dapat berkembang sesuai dengan konsep rumah tumbuh. Pembatas ruang menggunakan pembatas transparan, yaitu menggunakan material yang berfungsi ganda misalnya partisi atau rak dua muka yang tembus pandang.

4. Sirkulasi dan Pencahayaan

Sirkulasi udara dan pencahayaan dibuat optimal (hemat energi). Kesan transparan dibuat dengan menggunakan bukaan-bukaan (jendela dan kaca).

5. Warna rumah

Warna untuk eksterior (bagian luar) dan interior rumah menggunakan warna monokromatik dikombinasikan dengan permainan gradasi warna, seperti dari warna putih sampai hitam, dari warna krem sampai coklat, dan lain-lain.

Penerapan konsep *renovable* dapat dilihat dari Gambar 44., Gambar 45., Gambar 46., Gambar 47., dan Gambar 48.

Efisiensi Konsep *Renovable*

Berdasarkan analisis di atas maka dapat diketahui besar efisiensi rumah tipe 36 dengan konsep *renovable*, antara lain

4. Ruang

Apabila dilihat dari luasan rumah yang dikembangkan maka luas yang dikembangkan pada perumahan yang dijadikan sampel adalah 22,65 m² sedangkan rumah konsep *renovable* sebesar 11 m² maka :

Jumlah efisiensi ruang sebesar $22,65 \text{ m}^2 - 11 \text{ m}^2 = 11,65 \text{ m}^2$ (termasuk penambahan ruang teras belakang).

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan ruang pengembangan sebesar 11,65 m²

5. Biaya pengembangan

Apabila dibandingkan dengan total biaya pengembangan perumahan yang dijadikan sampel yaitu sebesar Rp 29.474.907,19, sedangkan rumah konsep *renovable* sebesar Rp. 11.627.508,2 maka efisiensi biaya yang didapat adalah:

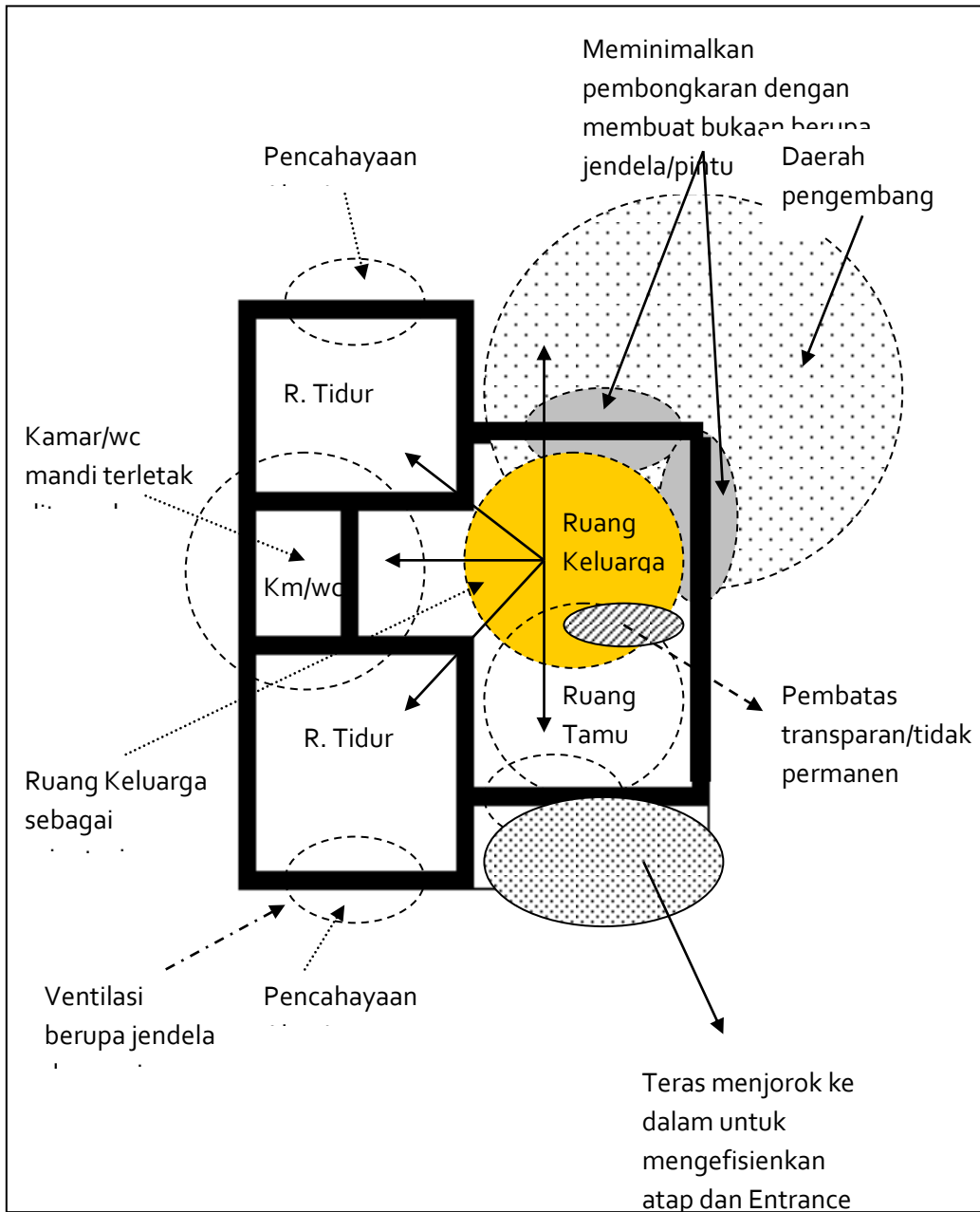
Rp. 29.474.907,19 – Rp. 11.627.508,2 = Rp. 17.847.398,99

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan biaya pengembangan sebesar Rp. 17.847.398,99.

6. Waktu pelaksanaan

Apabila dibandingkan dengan waktu pengembangan perumahan yang dijadikan sampel yaitu sebesar 11 minggu maka efisiensi waktu yang didapat adalah: 11 minggu – 8 minggu = 3 minggu

Hal ini membuktikan bahwa konsep rumah *renovable* dapat mengefisiensikan waktu sebesar 3 minggu.



Gambar 44. Sketsa Konsep Desain *Renovable*



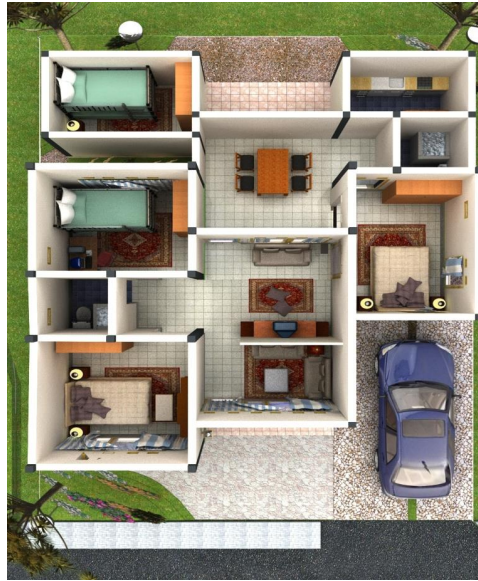
Gambar 45. Denah Desain Baru Konsep Desain *Renovable*



Gambar 46. Denah Tiga Dimensi Desain Baru Konsep Desain *Renovable*



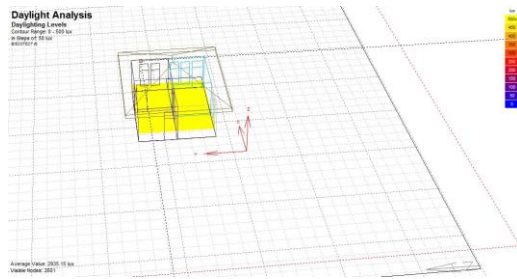
Gambar 47. Denah Pengembangan 1 Konsep Desain *Renovable*



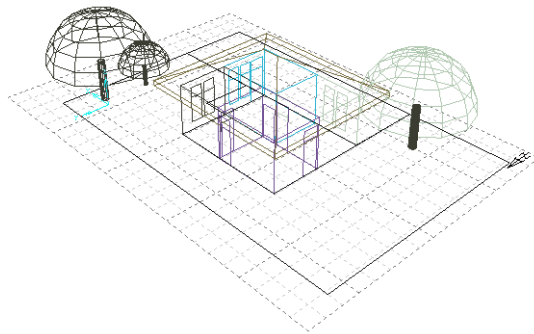
Gambar 48. Denah Pengembangan 2 Konsep Desain *Renovable*



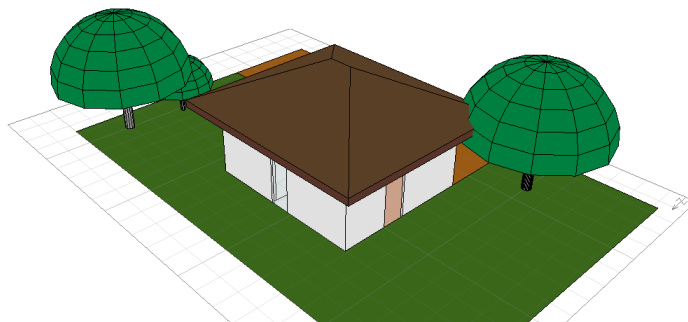
Gambar 49. Tampak Depan Desain Baru Konsep Desain *Renovable*



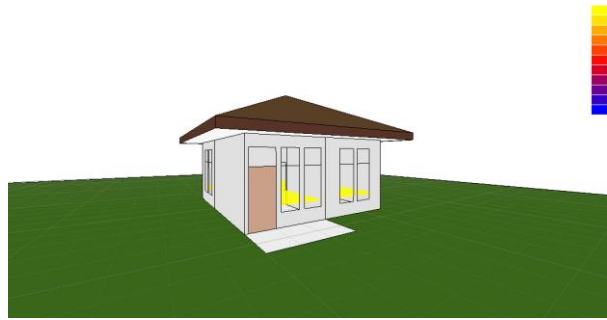
Gambar 50. Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



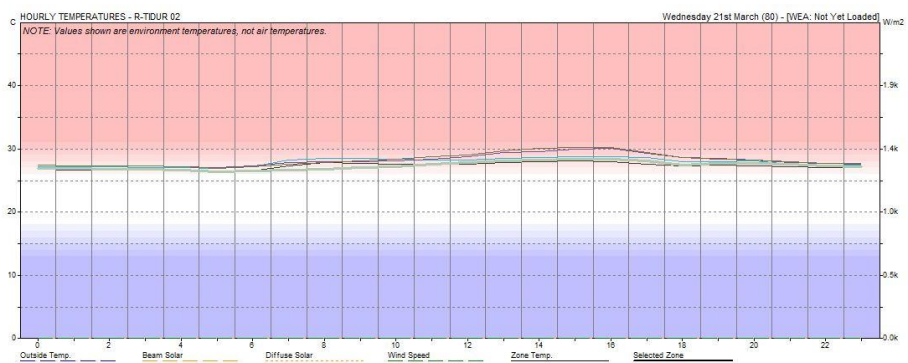
Gambar 51. Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



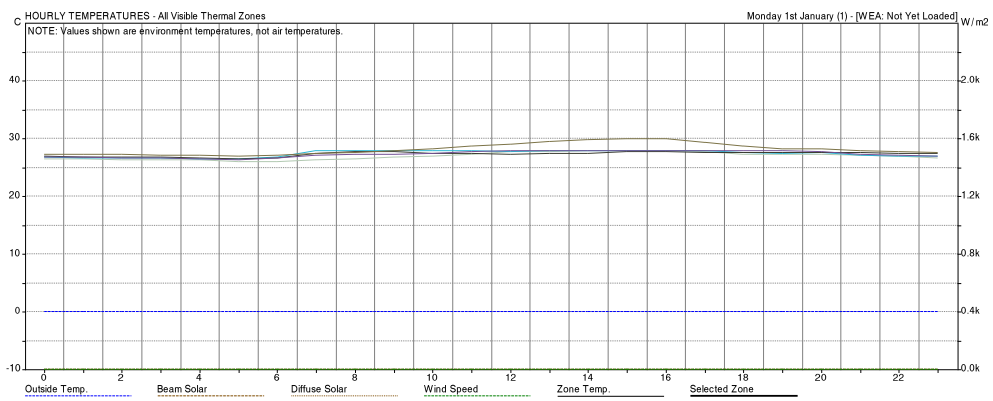
Gambar 52. Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



Gambar 53. Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



Gambar 54. Perhitungan Temperature Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect

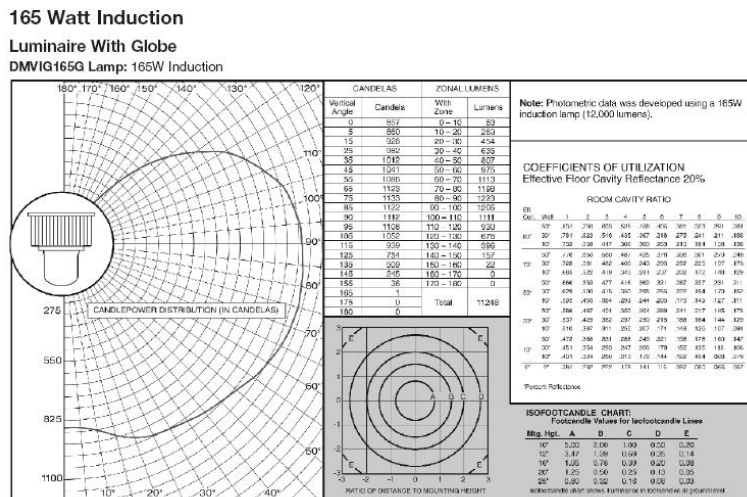


Gambar 55. Perhitungan Temperature Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect

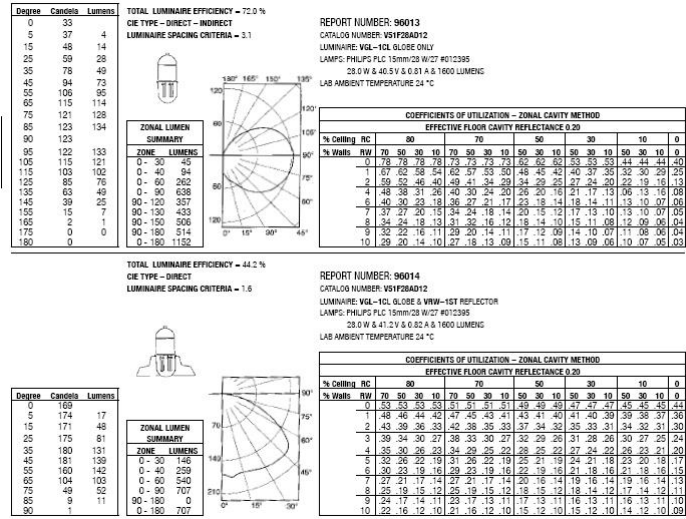
HOURLY TEMPERATURES - Friday 2nd March (61)

HOUR	TANPA SHADING	SELISIH	POHON	SELISIH	SHADING JENDELA	SELISIH	SHADING SEMUA	SELISIH	PENGHUNI
	INSIDE (C)		INSIDE (C)		INSIDE (C)		INSIDE (C)		INSIDE (C)
0	25,4	0,2	25,6	0,1	25,7	0,7	26,4	0,5	26,9
1	25,3	0,2	25,5	0	25,5	0,7	26,2	0,6	26,8
2	25,2	0,2	25,4	0	25,4	0,7	26,1	0,6	26,7
3	25,1	0,3	25,4	0	25,4	0,6	26	0,7	26,7
4	24,9	0,3	25,2	0	25,2	0,7	25,9	0,7	26,6
5	24,9	0,3	25,2	0	25,2	0,7	25,9	0,6	26,5
6	24,9	0,3	25,2	0	25,2	0,7	25,9	0,6	26,5
7	25	0,2	25,2	0	25,2	0,6	25,8	0,7	26,5
8	25,3	0	25,3	0	25,3	0,6	25,9	0,6	26,5
9	25,2	0,1	25,3	0	25,3	0,5	25,8	0,7	26,5
10	25,4	0,1	25,5	0	25,5	0,4	25,9	0,6	26,5
11	25,8	0	25,8	0	25,8	0,2	26	0,6	26,6
12	26,2	0	26,2	0	26,2	0	26,2	0,6	26,8
13	28,5	-0,1	28,4	-0,3	28,1	-0,9	27,2	0,7	27,9
14	31,4	0	31,4	-0,7	30,7	-2,2	28,5	0,6	29,1
15	33,7	-0,1	33,6	-0,9	32,7	-3	29,7	0,5	30,2
16	34,5	-0,2	34,3	-0,9	33,4	-3,1	30,3	0,3	30,6
17	32,3	0	32,3	-0,6	31,7	-2	29,7	0,4	30,1
18	26,6	-0,1	26,5	0,3	26,8	0,6	27,4	0,4	27,8
19	26,5	-0,1	26,4	0,4	26,8	0,7	27,5	0,5	28
20	26,5	-0,1	26,4	0,4	26,8	0,7	27,5	0,5	28
21	26,4	-0,1	26,3	0,4	26,7	0,7	27,4	0,5	27,9
22	26	0	26	0,3	26,3	0,8	27,1	0,4	27,5
23	25,8	0,1	25,9	0,2	26,1	0,6	26,7	0,5	27,2

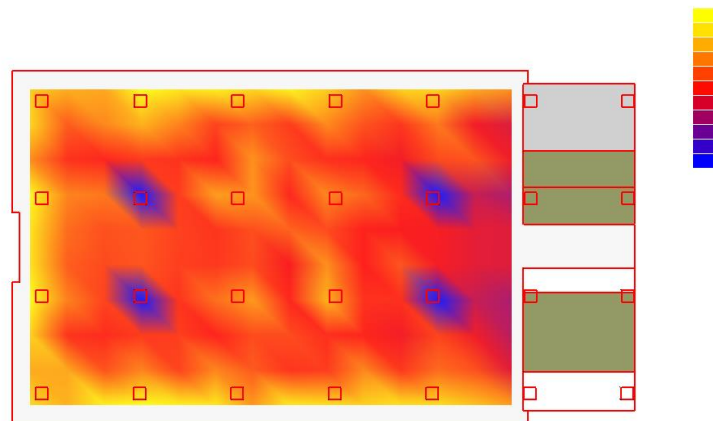
Gambar 55. Perhitungan Temperature Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



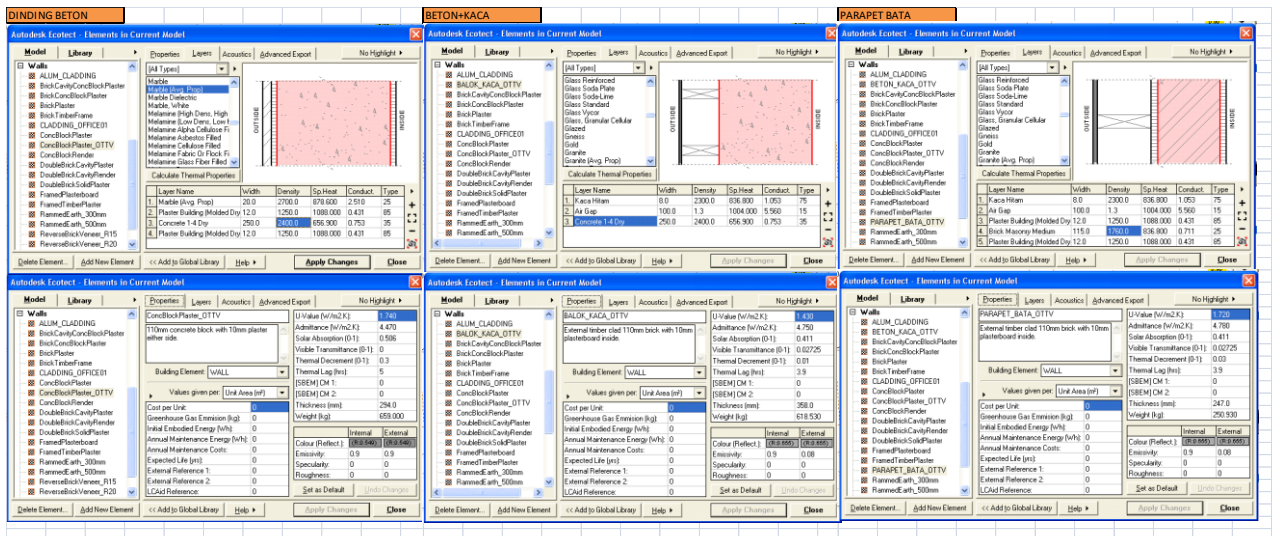
Gambar 56. Perhitungan Penggunaan Lampu Hemat Energi Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



Gambar 57. Perhitungan Penggunaan Lampu Hemat Energi Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



Gambar 58. Perhitungan Energi Panas Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect



Gambar 59. Perhitungan Penggunaan Material Ramah Lingkungan pada Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect

TOTAL OTTV			
	Partial OTTV	Area of the envelope	Thermal Transmittance
EAST FACADE	14,95	610,64	9.130,77
NORTH FACADE	14,95	610,64	9.130,77
WEST FACADE	14,95	610,64	9.130,77
SOUTH FACADE	21,08	610,64	12.872,26
total		2.442,54	40.264,57

TOTAL OTTV = $\frac{40.264,57 \text{ Watt}}{2.442,54 \text{ m}^2}$

16,48 W/m ²	OK
------------------------	----

Gambar 60. Perhitungan Nilai OTTV Penggunaan Material Ramah Lingkungan pada Desain Rumah tipe 36 menggunakan software Ecotect

DAFTAR PUSTAKA

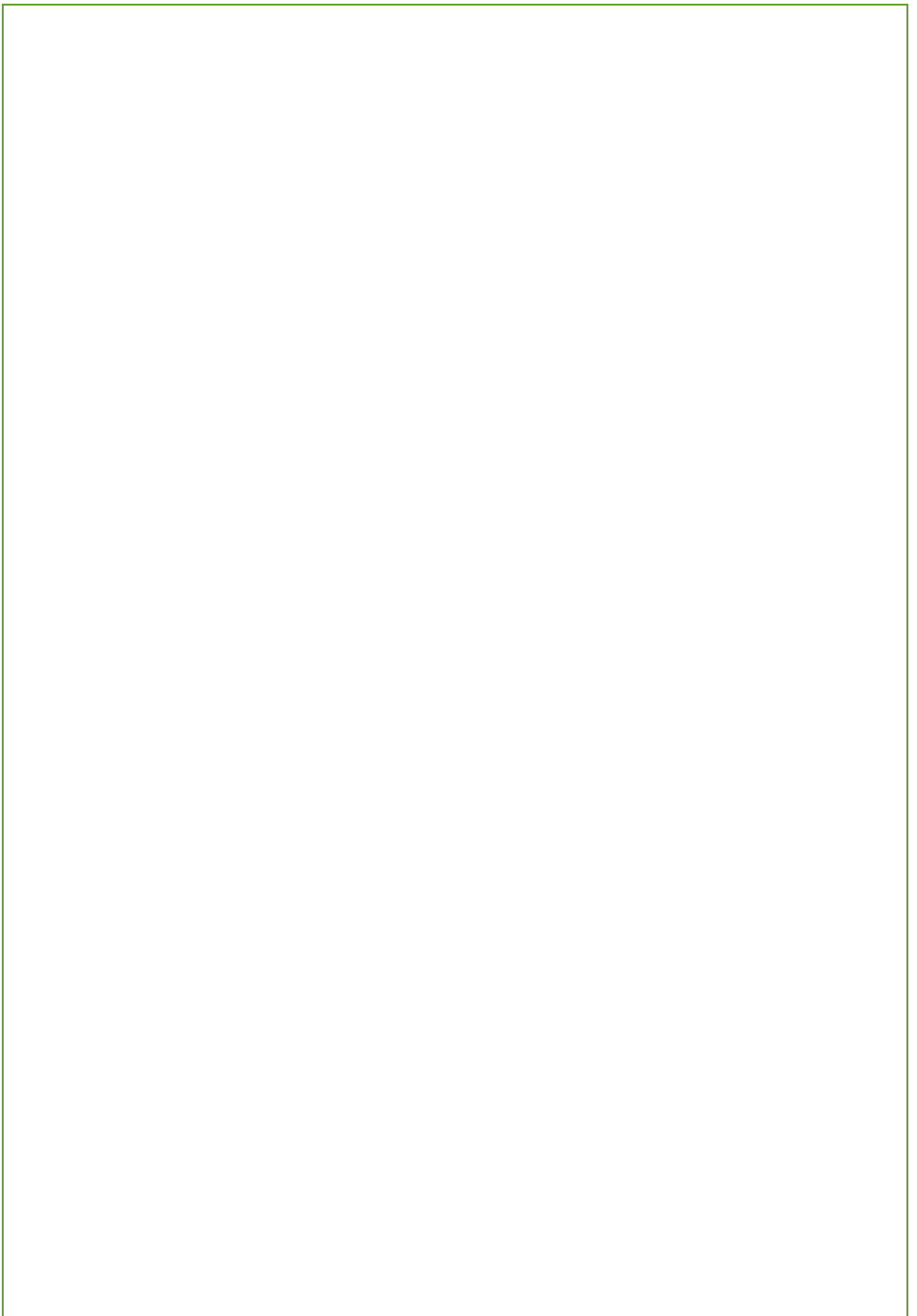
- Anker, P. 2010. From Bauhaus to Ecohouse; a History of Ecological Design. Louisiana State University Press
- Anonimus. 2010. Rancangan Bangunan Hemat Energi & Ramah Lingkungan. <http://bikin.web.id/info-terbaru/rancangan-bangunan-hemat-energi-ramah-lingkungan/>
- Arifin, Y.F. 2011. Rotan; Budidaya dan Pengelolaannya. Lambung Mangkurat University Press
- Olgay, V., (1962), *Design With Climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*, (Princeton: Princeton University Press).
- Marsh, A., (2008), *Ecotect 2010 Help*, (– : Autodesk, Inc).
- Lipsmeier, G., (1994), *Bangunan Tropis*, (Jakarta: Erlangga).
- Egan, D., (1983), *Concepts in Architectural Lighting*, (New York: McGraw-Hill Book Co).
- Badan Standardisasi Nasional, (2000), *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung - SNI 03-6389-2000*, (Jakarta: BSN).
- Badan Standardisasi Nasional, (2000), *Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung – SNI 03-6390-2000*, (Jakarta: BSN).
- Cleveland, C., (2010), Heat Island. In *Encyclopedia of Earth*, edited by Cleveland, C. (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). <http://www.eoearth.org>
- Priatman, J., (2006), *Building Information for ASEAN Energy Efficient Award 2006 : Graha Wonokoyo Surabaya Indonesia*, (Surabaya: –).
- Evans, M., (1980), *Housing, Climate & Comfort*, (London: The Architectural Press).
- Zain, I. 2011. Aplikasi Perancangan Bioklimatik Melalui Software Ecotec. Proceedings Environmental Talk: Toward A Better Green Living 2011
- Adi, Kukul J W. (2000). *Kajian Terhadap Renovasi Rumah Sebagai Bagian Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Penghuni Pada Lokasi Perumahan Di Malang*, Tesis Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Akdon, S. (2005). *Aplikasi Statistik dan Metode Penelitian Untuk Administrasi dan Manajemen*, Maret. Bandung : Dewa Rucchi.
- Asri P.,Griya P.T. (2006). *Griya Asri Vol. 7 No.9*, September, Jakarta: PT. Glory Offset Press.
- Hendrastuti, S. (2006). *Pemasaran Real Estate Rumah Minimalis Di Surabaya*, Tesis Program Pasca Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Ishar, H. (1992). *Pedoman Umum Merancang Bangunan*, Gramedia, PT., Jakarta.

- Imam, G. (2002). *Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program SPSS*, Badan Penerbit UNDIP, Semarang.
- Juliandi, A. (2007). *Pengujian Validitas dan Reliabilitas*, <http://www.azuarjuliandi>, diakses tanggal 31 Januari 2008, Indonesia.
- Kepmen Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 403/KPTS/M/2002 (2002) *Pedoman Umum Rumah Sederhana Sehat*, Dirjen PU, Jakarta.
- Lukman (2007). *Saatnya Properti Booming dan Tantangan Industri Properti di tahun 2007*, Koran Harian Republika. Terbitan Kamis, 18 Januari 2007.
- Nirwono, J. (2005). *Menyelaraskan rumah dan taman Minimalis*, Koran Harian Kompas. Terbitan Jum'at, 29 April 2005.
- Poespowardojo, S. (1992). Beberapa Pokok Pemikiran Fundamental Dalam rangka Perencanaan Perumahan Flat dan Maisonette. Dalam Eko Budihardji (Ed); *Sejumlah Masalah Permukiman Kota*, Alumni, Bandung
- Sandjaja, H. A. (2006). *Panduan Penelitian*, Prestasi Pustakaraya, Jakarta
- Sastra M., Suparno dan Marlina, Endy. (2006). *Perencanaan dan Pengembangan Perumahan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Saragih, John F.B. (2007). *Merenovasi Rumah Tipe 21 dan Tipe 36*, Gramedia, PT., Jakarta.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Bisnis*, Alfabeta, CV., Bandung.
- Suliyanto. (2005). *Metode Riset Bisnis*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Surowiyono, Tutu Tw. (2003). *Dasar Perencanaan Rumah Tinggal*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- CORRIM. 2004. Life Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials in the Context of Residential Construction. Consortium for Research on Renewable Industrial Materials (CORRIM, Inc.) Seattle, WA. Forest Products Journal Vol. 54, No. 6
- Diharjo, K., M. Masykuri, B. Legowo, A. Gunadi. 2007. *Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Kenaf dengan Core Limbah Kayu Sengon Laut Untuk Komponen Gerbong Kereta Api* Penelitian Hibah Bersaing Lanjutan. Fakultas Teknik UNS
- Dransfield, J. dan N. Manokaran. 1996. *Sumberdaya Nabati Asia Tenggara 6: Rotan*. Gajah Mada Univ. Press.
- Frick, H dan Ch. Koesmartadi. 1999. *Ilmu bahan bangunan; eksploitasi, pembuatan, penggunaan dan pembuangan*. Seri Konstruksi Arsitektur 9. Yayasan Kanisius. Yogyakarta
- Hadi, S. 2000. *Studi pengaruh ukuran butir dan komposisi abu terbang PLTU Suralaya sebagai bahan pengisi dan pozolan*. Tesis Magister. Program Studi Rekayasa Pertambangan, PPS ITB

- Hape, A. 2009. Tip 58 Eco-design: Rumah Ramah Lingkungan/Eco Friendly: Rumah Asri di tengah Polusi.
<http://annahape.com/2009/07/04/tip-58-ecodesign/>
- ITTO -Ministry of Forestry PO 108/ 01 REV. 3 (I). 2007. Rattan in Indonesia. Development of Sustainable Rattan Production and Utilization through Participation of Rattan Smallholders and Industry in Indonesia. Jakarta.
- ITTO -Ministry of Forestry PO 108/ 01 REV. 3 (I). 2007. Technical Report: Rattan Raw Material Trade. Development of Sustainable Rattan Production and Utilization through Participation of Rattan Smallholders and Industry in Indonesia. Jakarta.
- Jarusombuti, S, Salim, H., Piyawade, H., Vallayuth, F. 2009. Properties of sandwich-type panels made from bamboo and rice straw
Forest Products Journal , October
<http://www.highbeam.com/doc/1G1-224168999.html>
- Juita, S. 1997. Pengaruh komposisi campuran limbah serutan Industri Lampit Rotan (*Calamus sp*) dan Serbuk Gergaji Meranti Merah (*Shorea leprosula* Miq) serta kadar semen pada sifat fisik dan mekanik papan semen.
Skripsi. Fakultas Kehutanan Unlam
- Mahfuz, GT., Syahrani, Masyamah dan P. Djoko. 1999. Studi tekno ekonomi dan pengolahan marmer skala industri kecil di Kalimantan Selatan.
Balai Industri Banjarbaru. Warta Balin. 15 (2): 62-70
- Marimin, M.Y.Massijaya, A. Hermawan, H. Kusnanto, Muslich, Mudjijanto. (2000). *Analisis Supply Demand Hasil Hutan Kayu*. Lembaga Penelitian IPB bekerjasama dengan Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan Produksi Departemen Kehutanan dan Perkebunan, Bogor
- Massijaya, M.Y , B. Tambunan, Y.S. Hadi dan E.S. Bakar. 1999. Pengembangan papan komposit dari limbah kayu dan plastik.
Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan IPB.
- Purnomo, H. 2000. Pozzoland lime cement making using trass as raw material.
Ind. Mining J. I 6 (3): 87 -90
- Rahmadi, A. 2003. Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Hasil Hutan Menjadi Papan Semen dengan Menggunakan Beberapa Perekat Alternatif
Tesis Magister. Program Studi Rekayasa Pengelolaan Limbah, PPS ITS Surabaya
- Roaf, S., D. Crichton and F. Nicol . 2005. Adapting Buildings And Cities For Climate Change; A 21st Century Survival Guide
Elsevier
- Roaf, S., M. Fuentes and S. Thomas. 2007. Eco house: A Design Guide.
Third Edition. Elsevier
- Santos, Jamasri, Kuncoro, D. 2007. Efek Tebal Core terhadap Kekakuan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Kenaf (acak-anyam-acak) dengan Core Kayu Sengon Laut Penelitian Fundamental. Fakultas Teknik UNS

<http://lppm.uns.ac.id/tag/serat-kenaf/>

- Seleng, T. 1999. Study on utilization of sawdust as an agregat filler in matriks concrete bricks. Balai Industri Ujung Pandang. Majalah KIMIA 27 (2): 27 - 30
- Sulastiningsih IM & Nurwati. 2009. Physical And Mechanical Properties Of Laminated Bamboo Board. Journal of Tropical Forest Science 21(3): 246–251
- Sumaryoto, R dan T. Pujilestari. 2000. Minimasi zat ekstraktif kayu sebagai bahan baku industri kayu lapis. Warta Balin 2000 15 (1): 48 - 55
- Suyoto , W, Andri N.M.W, Tommy M. P. 2010. Kajian Bambu sebagai Bahan Bangunan Berkelanjutan dengan Metoda *Life Cycle Assessment* pada Rumah Bambu Budi Faisal Seminar Arsitektur, Institut Teknologi Bandung, 2010
- Torcellini, P., S. Pless, and M. Deru . 2006. Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition; Preprint. *Conference Paper* NREL/CP-550-39833
<http://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>
- UNEP. 2007. Buildings And Climate Change. Status, Challenges And Opportunities United Nations Environment Programme
- UNEP. 2009. Buildings And Climate Change. Summary for Decision-Makers United Nations Environment Programme
- Yaqub. 1997. Pengaruh penambahan Fly Ash dan Gypsum pada elemen dinding beton RSS pada kekuatan lentur dan susut beton dengan metode steam curing. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Sipil. FTSP-ITS.



Lampiran. Foto kegiatan ekspose hasil penelitian pembangunan eco house di Banjarbaru



