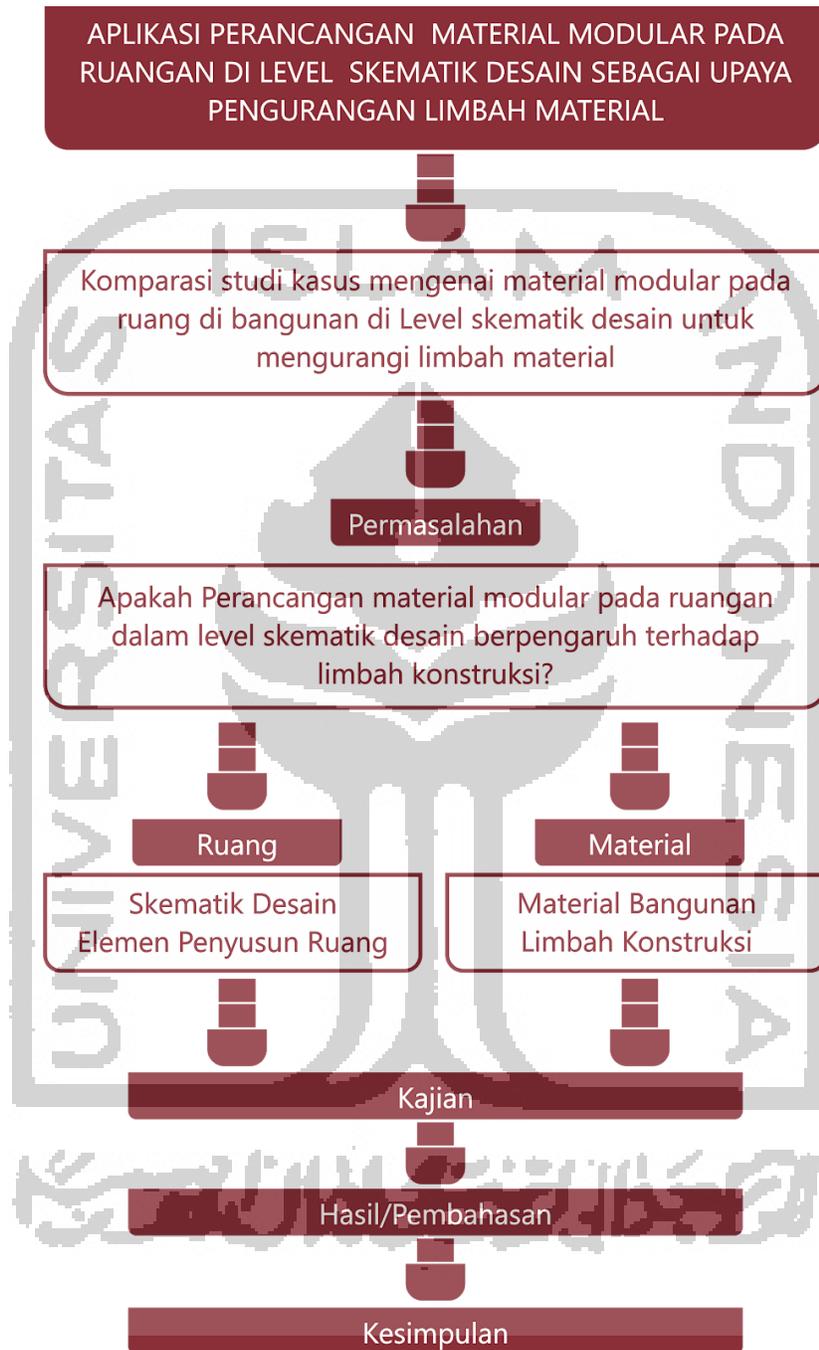


1.8 Kerangka Berpikir



Gambar 1.7 Kerangka Berpikir

Sumber : (Penulis, 2019)

2. Kajian Pustaka dan Data

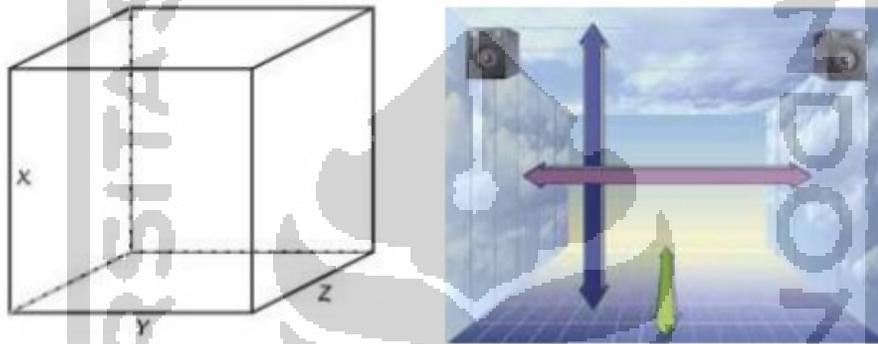
2.1 Ukuran tubuh manusia membentuk ruang

Antropometri merupakan cabang dari ilmu ergonomi yang memiliki istilah berasal dari “anthro” yang berarti manusia dan “metron” yang berarti ukuran. Data antropometri diperlukan untuk perancangan sistem kerja yang baik. Antropometri merupakan kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia (ukuran, volume, dan berat) serta penerapan dari data tersebut untuk perancangan fasilitas atau produk. Antropometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran tubuh khususnya ukuran badan, bentuk, kekuatan serta kapasitas kerja (Pheasant, 2006). Sedangkan Menurut (Wignjosoebroto, 2008), antropometri adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Bidang antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia yang berbeda seperti berat badan, posisi ketika berdiri, ketika merentangkan tangan, lingkaran tubuh, panjang tungkai, dan sebagainya. Data antropometri tersebut digunakan untuk berbagai keperluan, seperti perancangan stasiun kerja, fasilitas kerja, dan desain produk agar diperoleh ukuran-ukuran yang sesuai dan layak dengan dimensi anggota tubuh manusia yang akan menggunakannya.



2.2 Elemen Penyusun Ruang

Ruang merupakan wadah bagi manusia untuk beraktivitas, baik untuk kebutuhan fisik atau pun emosi manusia. Ruang digunakan manusia untuk untuk memwadhahi satu atau lebih aktivitas-aktivitas manusia. Untuk memwadhahi manusia didalamnya ruang selalu terkait dengan volume aspek-aspek tiga dimensi, seperti panjang, lebar, dan tinggi. Aspek tiga dimensi ini dibentuk berdasarkan elemen horizontal bawah, elemen horizontal atas dan elemen vertikal.



Gambar 2.1 Ruang sebagai bentuk tiga dimensi

Sumber : (Metode Perancangan Arsitektur, 2017)

1. Elemen Horizontal bawah (Lantai)

Elemen ini membentuk suatu ruang dengan perbedaan material, warna, tekstur, pola lantai dan lain sebagainya. Seperti sebuah karpet yang tergelar membentuk ruang karena warna dan teksturnya berbeda dengan sekitarnya. Selain itu elemen horizontal bawah dapat divariasikan dengan dinaikan atau ditenggelamkan. Semakin banyak beda ketinggian maka perasaan ruang keterpisahannya semakin kuat.

2. Elemen Horizontal atas (Langit-langit)

Elemen horizontal atas berupa langit-langit, atap atau segala hal yang membatasi ruang dibagian atas. Sama halnya dengan elemen horizontal bawah elemen ini membentuk ruang karena warna, material, dan pola-pola. Elemen ini juga dapat divariasikan

ketinggiannya, permainan solid-void, transparan-non transparan, bahkan benda-benda alam seperti daun di pohon, langit dapat menjadi elemen horizontal atas.

3. Elemen Vertikal

Elemen ini bisa diartikan sebuah dinding, kolom, tirai atau pembatas yang membatasi secara vertikal.

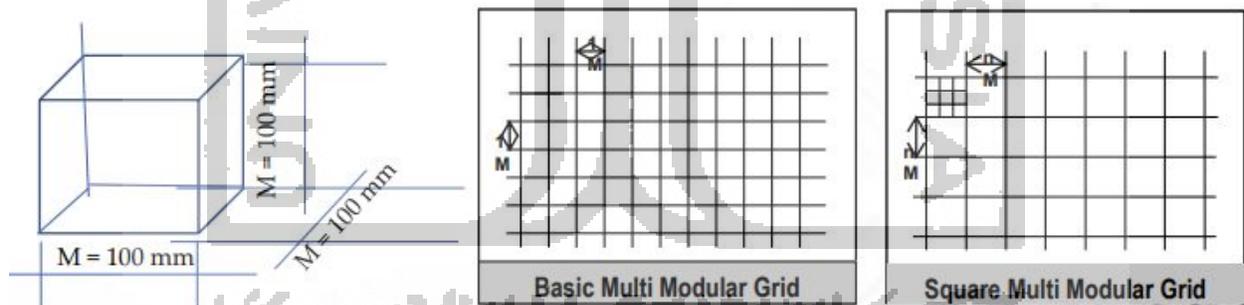
Selain dari ketiga unsur pembentuk ruang diatas, terdapat beberapa faktor pembentuk ruang, seperti dimensi, wujud, konfigurasi, sisi bidang, permukaan bahkan furniture. Suatu ruang mempunyai bentuk secara fisik namun juga memiliki kualitas. Secara fisik ruang ditentukan oleh elemen-elemen pembentuk ruang, tetapi kualitas ditentukan berdasarkan faktor-faktor diatas.



2.2 Material Modular

Material bangunan merupakan salah satu unsur penting pembentuk sebuah ruang. Sebuah bangunan terbentuk melalui material bangunan mulai dari yang berada di permukaan tanah hingga ke langit. Material-material tersebut bisa dirancang secara konvensional atau pun modular. Perancangan dengan cara modular merupakan metoda pelaksanaan pembangunan dengan memanfaatkan material pabrikan yang telah dibuat diluar lokasi proyek atau di dalam lokasi proyek dengan ukuran yang telah disesuaikan dimensinya. Dalam sebuah konstruksi modular lebih mengacu kepada volumetrik sebuah ruang, bukan sebagai bagian ruang, namun sebagai satu kesatuan ruang. Material modular rata-rata telah dikerjakan 60%-90% di luar site (di dalam pabrik) yang kemudian dikirim ke lokasi proyek (Velamati,2012). Unsur-unsur arsitektur juga telah banyak yang menggunakan material modular ini, karena unsur-unsur ini diproduksi secara massal dengan ukuran dan proporsi yang standar-standar industri.

Pada desain yang didasarkan pada modul Grid dibagi terbagi menjadi 2, yaitu modul dasar, dan multi modul. Modul dasar merupakan suatu ukuran dasar dengan simbol $1 M = 10 \text{ cm} = 100 \text{ mm}$. Dimensi tersebut dikoordinasikan menjadi bangunan yang mampu mereduksi berbagai ukuran dalam komponen dan memungkinkan digunakan bersama dalam suatu site bangunan tanpa modifikasi. Sedangkan Multi modular merupakan pembagian-pembagian dari modul 1M.



Gambar 2.2 Modul dasar dan Multi Modul

Sumber : Spesifikasi Koordinasi Modular Bangunan Rumah dan Gedung - Departemen PU

Sistem modular merupakan salah satu cara yang baik dalam mendesain. Terdapat beberapa keuntungan diantaranya material yang mudah didapat (diproduksi secara industrial), pengerjaan cepat, desain lebih modern menggunakan CAD (desain) dan tentunya sesuai persyaratan.

Arsitektur produk adalah penugasan elemen-elemen fungsional dari produk terhadap kumpulan bangunan fisik (physical building blocks) produk. Tujuan arsitektur produk adalah menguraikan komponen fisik dasar dari produk, apa yang harus dilakukan komponen tersebut dan seperti apa penghubung atau pembatas (interface) yang digunakan untuk peralatan lainnya. Sebuah produk dianggap terdiri dari elemen fungsional dan fisik. Elemen-elemen fungsional dari produk terdiri atas operasi dan transformasi yang menyumbang terhadap kinerja keseluruhan produk.



2.3 Limbah Konstruksi

Limbah adalah bagian yang tidak terpisahkan dalam proses konstruksi, hal ini dinyatakan di berbagai hasil penelitian di banyak negara. Di Australia sebanyak kurang lebih 20-30% limbah konstruksi dihasilkan dalam suatu kegiatan pelaksanaan konstruksi (Craven, 1994). Amerika serikat menyatakan sebanyak 29% limbah padat berasal dari limbah konstruksi (Rogoff dan Williams, 1994). Sedangkan di Inggris limbah konstruksi kurang lebih 50% (Ferguson, 1995). Limbah konstruksi ini dihasilkan di berbagai tahap, mulai dari pengambilan material, pengangkutan material ke lokasi proyek, proses konstruksi, operasional gedung, pemeliharaan gedung, hingga tahap pembongkaran gedung. Salah satu penyebab timbulnya limbah konstruksi ini adalah penggunaan sumber daya alam lebih tinggi daripada apa yang dibutuhkan oleh proses konstruksi. Penggunaan sumber daya alam ini berpotensi menurunkan kualitas lingkungan, sehingga limbah konstruksi menjadi dampak negatif lingkungan. Faktor kunci keberhasilan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang bersumber dari kegiatan konstruksi adalah dengan manajemen yang baik dari kegiatan konstruksi itu sendiri (Christini, 2004). Salah satu faktor yang paling penting untuk mengurangi limbah konstruksi ini terletak di tahap perencanaan. Oleh karenanya perencana harus bisa manajemen rancangannya dengan baik, sehingga bisa mengurangi limbah dalam kegiatan konstruksi.

Limbah Konstruksi dapat diartikan sebagai material yang sudah tidak digunakan lagi, yang merupakan hasil dari proses konstruksi, renovasi atau perubahan. Material limbah konstruksi dihasilkan dalam proyek konstruksi baik itu proyek pembangunan ataupun pembongkaran. Limbah konstruksi berasal dari pengolahan atau pembongkaran bangunan yang digolongkan dalam *demolition waste*, sedangkan limbah yang berasal dari pembangunan digolongkan dalam *construction waste*. Limbah material ini bisa berupa batu, beton, batu bata, bahan atap, bahan plumbing, bahan listrik dan barang yang tak berharga lainnya.

Secara umum limbah material dikategorikan menjadi 4, yaitu :

1. Limbah alami, yaitu limbah yang bentuknya tidak dapat dihindarkan seperti, sisa potongan kayu akibat pemotongan untuk sambungan atau cat yang menempel pada kalengnya.
2. Limbah langsung, yaitu limbah yang terbentuk karena penyimpanan seperti serpihan batu bata.
3. Limbah tak langsung, yaitu limbah yang terjadi karena pembelian material yang tidak sesuai.
4. Limbah konsekuensi, yaitu limbah yang terjadi akibat kesalahan kerja.

Limbah Material dalam proses konstruksi pada dasarnya tidak diinginkan terjadi. Menurut Bossink dan Brouwers, (Bossink dan Brouwers, 1996) limbah konstruksi terjadi karena beberapa penyebab yaitu :

1. Ada perbedaan antara ukuran bahan yang dibeli dengan ukuran bahan yang direncanakan atau dibutuhkan.
2. Ketidaccakapan Kontraktor
3. Pengetahuan yang kurang dalam pelaksanaan pekerjaan

Sekitar 1-10% dari pekerjaan konstruksi akan menjadi limbah dan pada umumnya 50-80% bisa digunakan kembali. Meskipun banyak material limbah yang bisa digunakan kembali, namun alangkah baiknya mengurangi limbah konstruksi dalam perencanaan akan lebih baik.

jenis limbah konstruksi, termasuk tanah, lumpur (kelebihan bahan dan meninggalkan bahan), baja dan kayu. Dilihat dari komposisinya, European Catalogue of Waste (Directive 75/442/CEE dan 94/904/CE) mengklasifikasikan pembangunan dan pembongkaran limbah menjadi delapan kelompok:

1. Campuran beton, batu bata, ubin dan keramik,
2. Kayu, kaca dan plastik,
3. Campuran beraspal, tar makadam dan produk tar lainnya,
4. Logam (termasuk paduan logam),
5. Tanah (termasuk yang digali dari daerah yang terkontaminasi), batu dan penggalian tanah,
6. Bahan insulation dan bahan konstruksi yang mengandung asbestos,
7. Gypsum berbasis material,
8. Campuran bahan pembangunan dan pembongkaran.

Limbah pembangunan dan pembongkaran biasanya meliputi limbah organik, seperti sisa makanan dan bungkus yang dibuang di lokasi tersebut oleh pekerja konstruksi Sedangkan Berdasarkan Nabil Kartam dkk (2004), material dari limbah konstruksi dapat dibagi menjadi beberapa kelompok seperti yang dijelaskan di bawah ini;

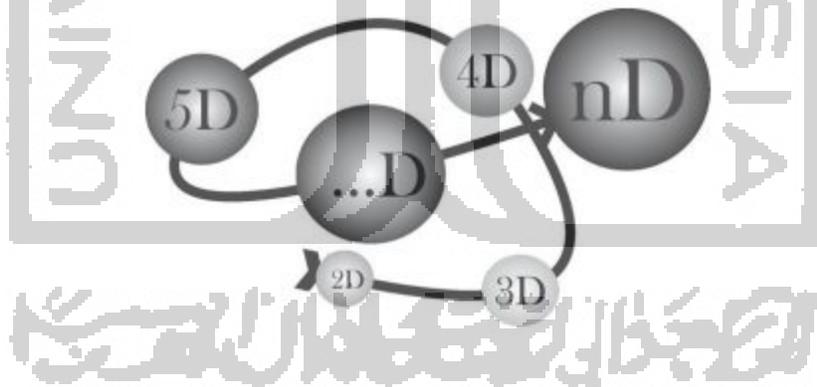
1. Material galian baik yang terkontaminasi atau tidak terkontaminasi
2. Puing-puing konstruksi jalan
3. Limbah konstruksi bangunan, yang mencakup semua bahan dari konstruksi bangunan, renovasi atau pembongkaran (termasuk beton, kayu, plastik, kertas, logam dll).
4. Produksi bahan bangunan, misalnya, semen, beton jadi, baja, kayu, jendela, pintu dll



2.4 Skematik Desain menggunakan digital modeling

Perencanaan merupakan salah satu dari kegiatan dalam sebuah proyek konstruksi untuk mengorganisasi pekerjaan-pekerjaan dalam proyek; menetapkan siapa yang akan melakukan, kapan, dan bagaimana; menetapkan sumber daya yang diperlukan; menjadwalkan sumber daya; mengontrol kemajuan pekerjaan; dan mengestimasi jadwal penyelesaian pekerjaan; serta mengurangi dan mengatasi permasalahan yang timbul dan perubahan-perubahan yang harus dilakukan. Kegiatan perencanaan tersebut merupakan kegiatan dalam pengaturan resources dikelola untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan. Dimana dalam pengaturan resources tersebut seperti jadwal, jenis, jumlah, dimensi, lingkungan, transportasi merupakan bagian dari perencanaan logistik untuk mendukung proses pelaksanaan konstruksi.

Sedangkan pada tubuh BIM sendiri berevolusi terhadap pengembangan pemodelan dengan memanfaatkan teknologi grafis telah sedemikian majunya sehingga tidak lagi digunakan sebagai sekedar alatbantu untuk mempresentasikan wujud objek dalam gambaran 3 dimensi tetapi mampu memfasilitasi informasi yang lebih kaya dalam dimensi-dimensi lainnya. Dari dimensi kedua berupa dokumen perencanaan berkembang menjadi dimensi ketiga dalam bentuk gambar 3D, penambahan dimensi biaya, waktu, hingga dimensi berikutnya (nD).



Gambar 2.3 Perkembangan Evolusi Teknologi BIM

Sumber : Rayendra dkk (2014)

Salah satu tools dari BIM yang digunakan dalam pemodelan yakni Autodesk Revit. Revit merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan oleh perencana struktur atau desainer dengan

alat-alat untuk merancang dan membangun struktur yang akurat dan efisien. Revit juga digunakan untuk mendukung BIM, mendapatkan informasi tentang proyek melalui simulasi dan analisis serta memprediksi kinerja sebelum pelaksanaan konstruksi dilakukan.

Informasi yang diperoleh dari BIM berupa data dan informasi yang terkoordinasi dan konsisten serta memberikan banyak kontrol dari suatu objek pemodelan dan server jaringan secara terdistribusi. Model BIM itu sendiri merupakan database yang berisi informasi bangunan dan terkait dengan beberapa informasi dasar. Beberapa hal database dari informasi model yang dapat digunakan adalah:

1. Dapat berintegrasi dengan aplikasi lain, secara sederhana dengan mengekspor file model BIM dapat diintegrasikan dengan aplikasi perangkat lunak lainnya. Misalnya untuk menganalisis energi, pencahayaan, spesifikasi dan lain sebagainya. Hal ini dapat menghemat waktu dan mempercepat kinerja proyek, selain itu memungkinkan untuk meningkatkan desain yang lebih baik.
2. Membantu perhitungan, perangkat lunak BIM dalam hal ini Revit mampu menghitung tidak hanya jumlah item dalam model (seperti pintu) tapi juga luas dinding, volume material, atau pun volume ruang. Setelah data dihitung dan diurutkan, dapat diterapkan beberapa perhitungan dengan data untuk mendapatkan informasi baru secara cepat.
3. Sebagai komunikasi, model BIM dirancang untuk memberikan informasi secara cepat tentang bagian tertentu dari proyek. Laporan dapat dimasukkan dalam dokumentasi proyek untuk diinformasikan kepada semua anggota proyek tentang elemen kunci pada proses konstruksi. Informasi model yang diinginkan dapat diperoleh dari penggunaan beberapa fitur-fitur umum dari salah satu tools dari BIM (Revit) fitur-fiturnya antara lain *Modeling, Massing, Phasing, Rendering, Scheduling, dan Collaboration*

Dengan fitur-fitur umum BIM seperti modeling, massing, phasing, scheduling, rendering, dan collaboration yang dapat mengakomodir karakteristik dari logistik proyek. Selanjutnya fitur-fitur dikelompokkan pada aspek atau parameter Bentang geometri dan dimensi, pergerakan, karakteristik teknis, karakteristik biaya, dan jadwal. Cakupan aspek BIM tersebut dijelaskan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2.1 Cakupan Aspek BIM

Cakupan	Aspek BIM
Dimensi yang berkaitan dengan luasan, volume dan elevasi baik horizontal dan vertikal dalam geometris, ketinggian, serta kedalaman.	Bentang geometri dan dimensi
Akses, mobilitas, transportasi (alat, material, manusia).	Pergerakan
Material, alat, SDM, teknis, keamanan.	Karakteristik teknis
Estimasi biaya, aliran biaya.	Karakteristik biaya
Waktu, prioritas pekerjaan, kebutuhan alat dan material, durasi pekerjaan, SDM yang diperlukan.	Jadwal

Sumber : Rayendra dkk (2019)

Ketika teknologi BIM ini digunakan dalam desain logistik pada proyek, maka pemodelan data dan informasi kedepannya dapat ditransfer melalui teknologi ini. Kalay (2006) menjelaskan bahwa penggunaan BIM ini memang tidak mempunyai batasan pada pekerjaan metode desain, produksi dan proses pekerjaan, tetapi tidak dapat meningkatkan mutu desain. Dalam hal ini proses peningkatan mutu desain tergantung pada desainer itu sendiri, dengan menggunakan BIM, maka desainer dapat mendistribusikan informasi yang diperoleh dari BIM.

Sedangkan logistik dapat diartikan seluruh rangkaian proses konstruksi mulai dari pengadaan, perawatan, distribusi, dan penyediaan (untuk mengganti) perlengkapan, dan ketenagaan sumber daya sebelum pelaksanaan kegiatan konstruksi dilakukan. Perencanaan logistik, seperti logistik lainnya mencakup dua hal, pertama yaitu objek (sumber daya) yang diatur. Kedua, yakni suatu proses pengaturan dan pengendaliannya. Kedua hal tersebut memerlukan suatu informasi objek seperti dimensi, jenis dan sifat resources yang dituang dalam suatu media pada perencanaannya. Logistik dapat pula mengatur dan mengontrol arus barang/energi/informasi/sumber daya lainnya seperti pada penempatan dan pengaturan tata letak sesuai dengan fungsi dan kebutuhan serta mengatur akses jalan kerja, mobilisasi setiap kendaraan, barang atau material untuk efisiensi waktu dan biaya.

Tabel 2.2 Cakupan Karakteristik Logistik

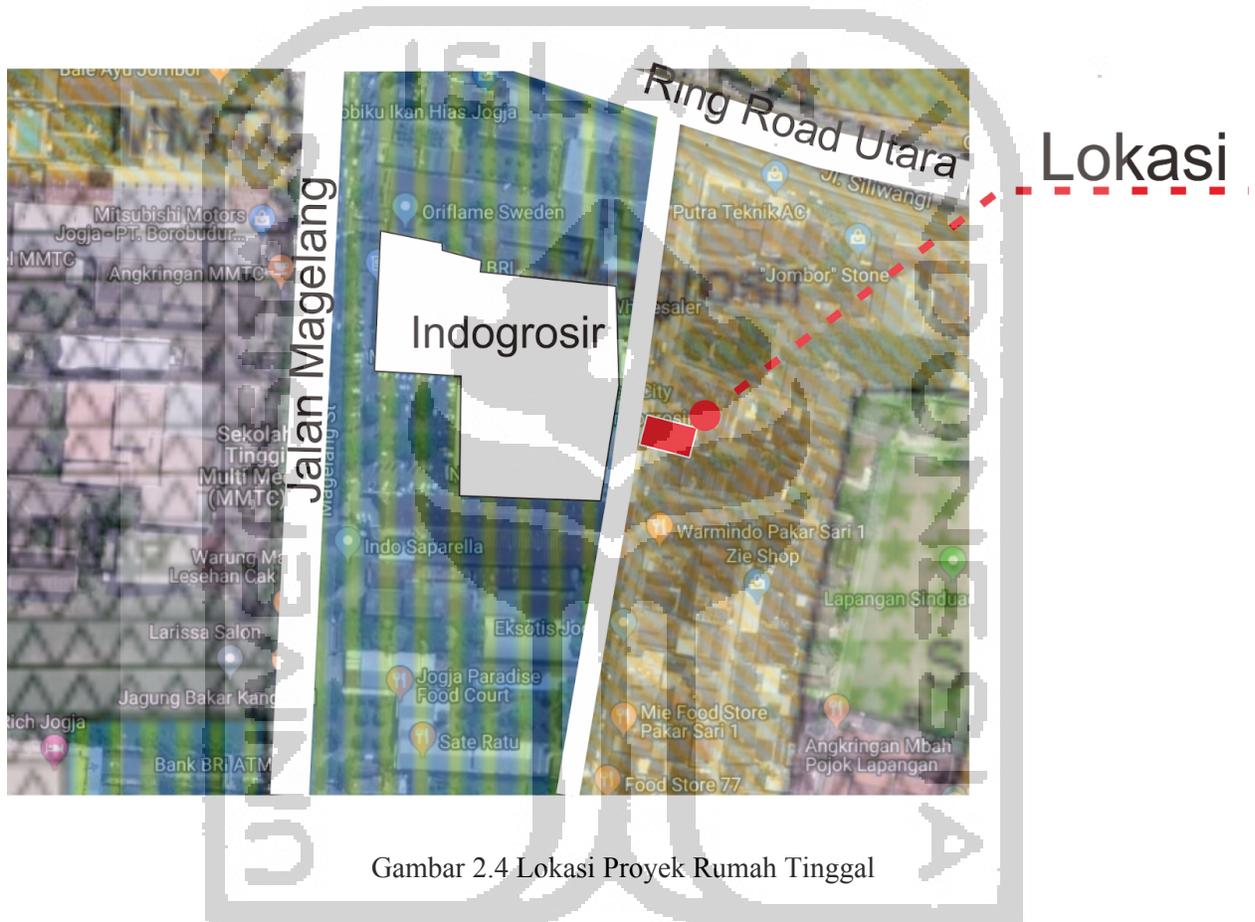
Karakteristik Logistik	Cakupan
<i>Equipment</i>	Teknik atau metode konstruksi, durasi yang diperlukan, jumlah sumber daya.
<i>Materials</i>	Dimensi, jenis material, supplier, mutu.
<i>Process</i>	Area kerja, K3, akses, mobilitas.

Sumber : Rayendra dkk (2019)

Perencanaan logistik, seperti logistik lainnya mencakup dua hal, pertama yaitu sumber daya (resources) yang diproses. Kedua, yakni suatu proses dengan suatu media (dimensi) dalam mekanisme proses itu sendiri. Karakteristik yang menjadi objek pada logistik antara lain berupa pemaslahan pada; assembly, work order (constraints), process, personel, equipment, material, organizational structure, dan logistic strategies berkembang pada aliran material hingga pertukaran informasi dari kontraktor kepada owner, Voigtmann (2010). Pada studi ini dilakukan tinjauan terhadap karaktersitik logistik resources (equipment tower crane, materials) dan process. Tabel 3 di atas menjelaskan cakupan dari karakteristik logistik. Akan tetapi, dalam perencanaan logistik diperlukan suatu alat-bantu yang dapat mendukung terhadap pengaturan dan pengendalian logistik tersebut. Untuk memenuhi kemudahan dalam pengaturan logistik, konsep BIM dapat dijadikan sebagai alternatif dalam perencanaan konstruksi. BIM (Building Information Modeling) merupakan sebuah pendekatan untuk desain bangunan, konstruksi, dan manajemen.

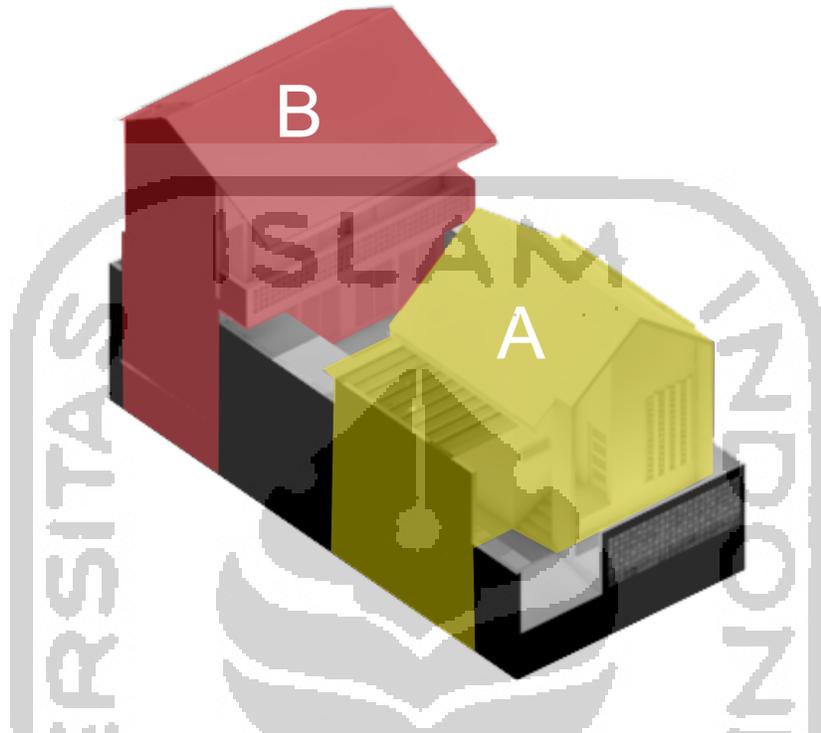
2.5 Proyek Rumah Tinggal

Site yang digunakan untuk proyek ini terletak di sebelah Timur Indogrosir Jalan Magelang, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. Dalam RTRW lokasi site ini diperuntukan untuk perumahan dan perdagangan dan jasa.



Gambar 2.4 Lokasi Proyek Rumah Tinggal

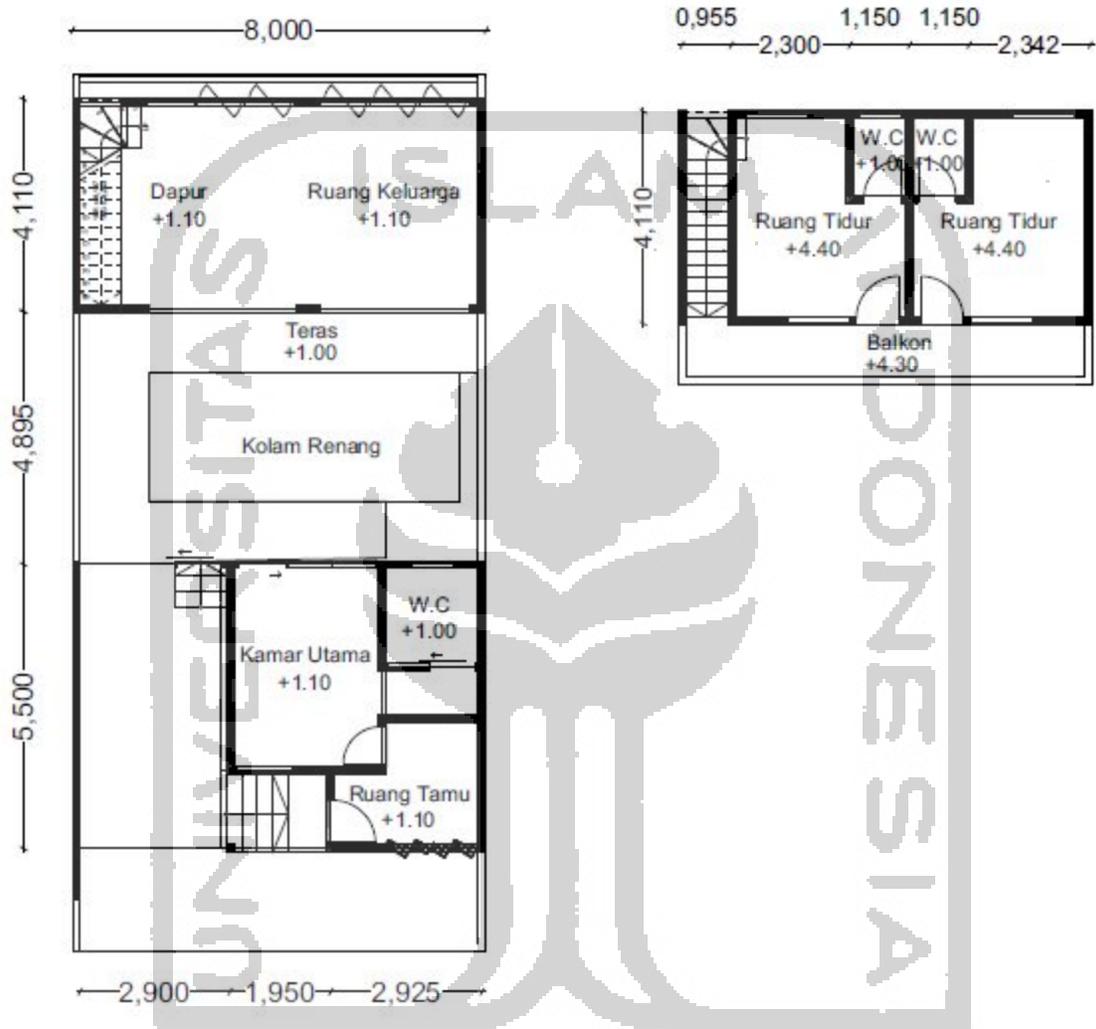
Sumber : (Penulis, 2018)



Gambar 2.5 Denah Lantai 1 Proyek Rumah Tinggal

Sumber : (Penulis, 2018)

Rancangan rumah tinggal ini memiliki luas bangunan 130 m² berjumlah dua lantai dan merupakan sebuah bangunan baru. Rancangan ini memiliki 2 gubahan massa yang dipisahkan oleh kolam renang. Gubahan Massa A terletak di depan site dan gubahan B terletak di belakang site. Untuk mengakses gubahan A bisa dengan lewat pintu depan sedangkan untuk memasuki gubahan B harus melewati kolam renang dahulu yang aksesnya bisa dilalui lewat garasi. Pada Gubahan A terdapat kamar utama, toilet, ruang tamu serta garasi. Ruang Kamar Utama memiliki ukuran 4x3 meter, Toilet ukuran 2x2 meter dan ruang tamu kecil ukuran 6m². Pada kamar utama terdapat akses langsung menuju kolam renang. Gubahan B pada lantai 1 terdapat dapur dan ruang keluarga tanpa sekat dengan ukuran 8x4 meter. Sedangkan untuk Lantai 2 terdapat 2 kamar tidur anak dengan ukuran 4x3,3 meter dan 2 kamar mandi dengan ukuran 1,2x1,6 meter. Pada desain ini besaran ruang di desain berdasar standar ruang secara konvensional.



Denah Lantai 1

Denah Lantai 2

Gambar 2.6 Denah Lantai 1 dan Lantai 2 Proyek Rumah Tinggal

Sumber : (Penulis, 2018)

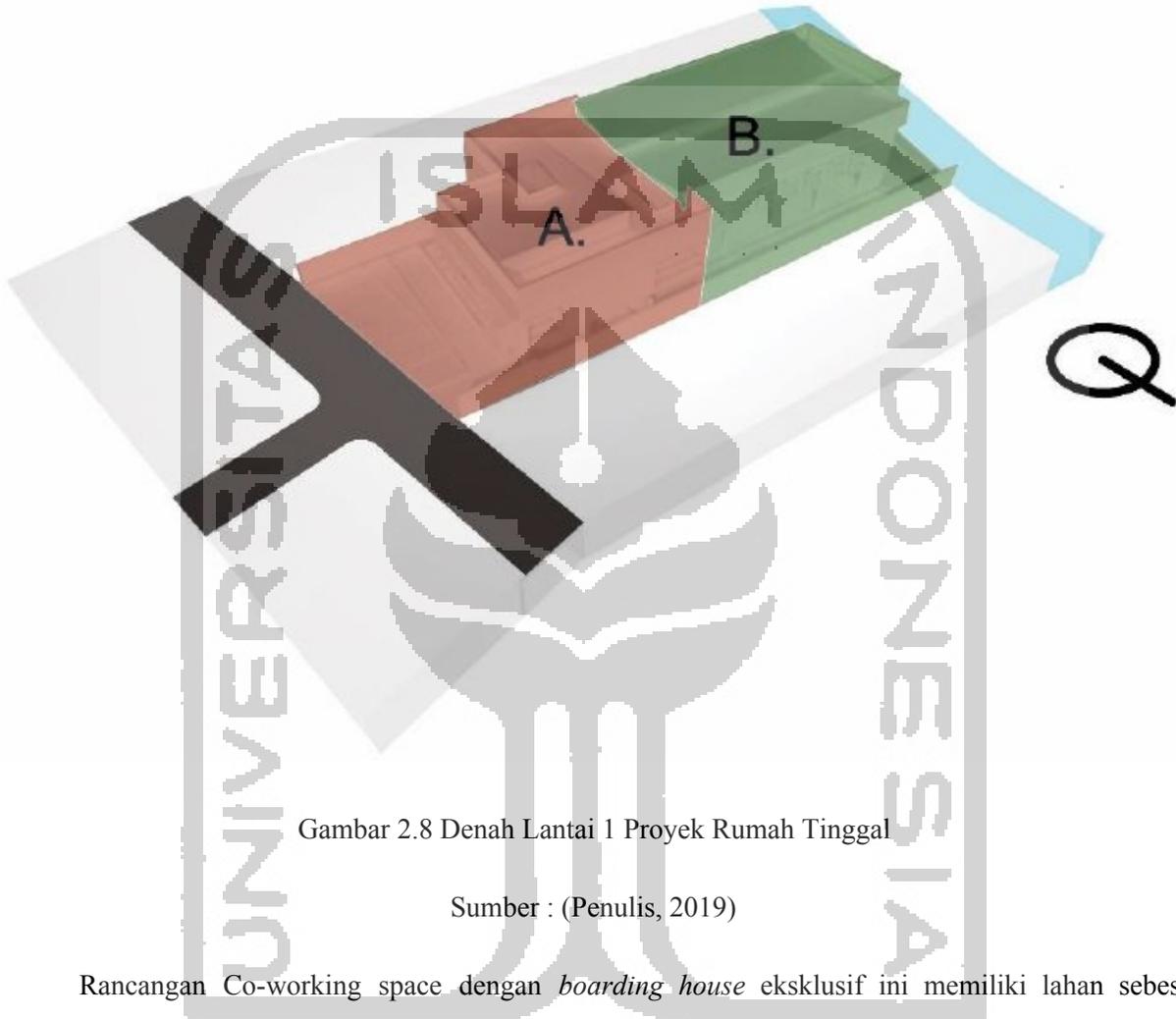
2.6 Proyek Co-working space dengan boarding house eksklusif

Site yang digunakan untuk proyek ini terletak di sebelah Barat Daya UII yang terletak di Jalan Pandanaran dekat dengan pesantren Pandanaran. Jl. Kaliurang, Turen, Sardonoarjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam RTRW lokasi site ini diperuntukan untuk perumahan dan perdagangan dan jasa.



Gambar 2.7 Lokasi Proyek Co-working space dengan *boarding house* eksklusif

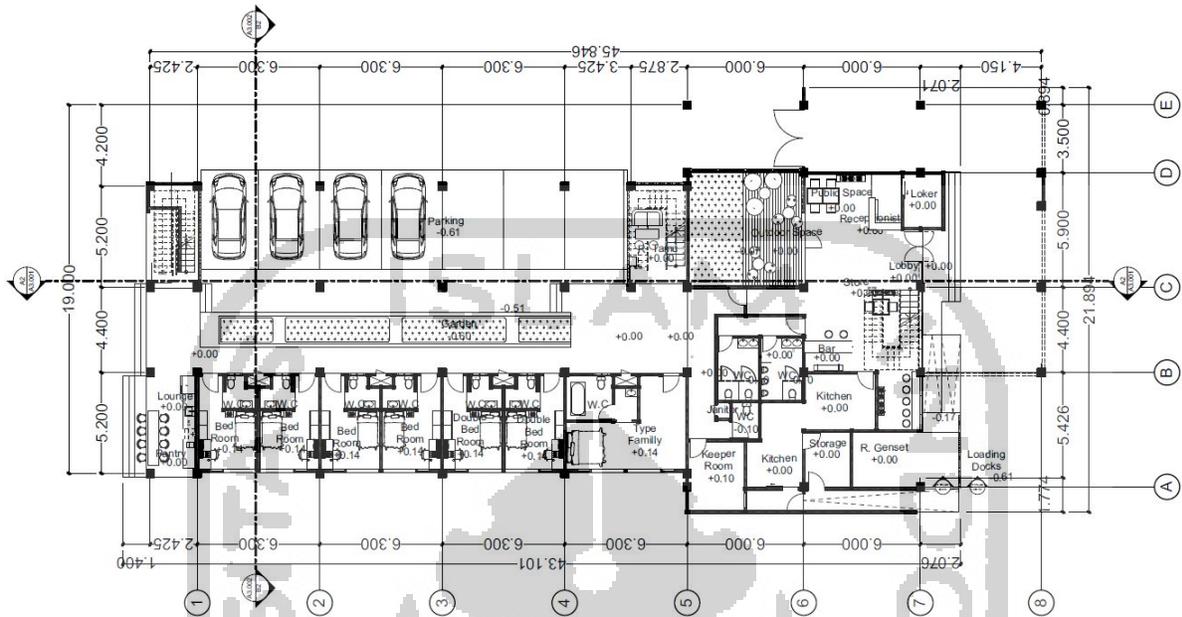
Sumber : (Penulis, 2019)



Gambar 2.8 Denah Lantai 1 Proyek Rumah Tinggal

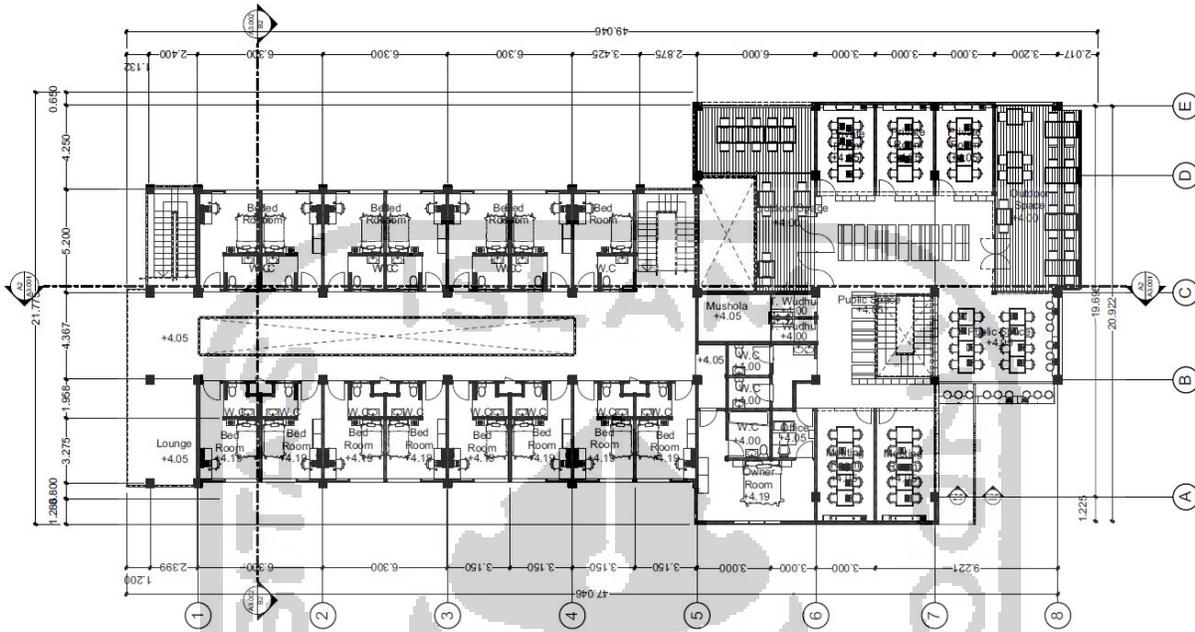
Sumber : (Penulis, 2019)

Rancangan Co-working space dengan *boarding house* eksklusif ini memiliki lahan sebesar 1392m². Rancangan ini memiliki 2 gubahan massa yang bersatu yaitu, gubahan A yang merupakan Co-working space terletak di depan site menghadap Jalan. Gubahan B yang merupakan *boarding house* eksklusif terletak di belakang site. Bangunan co-working space memiliki luas sekitar 360m². Pada lantai 1 bangunan ini terdapat dapur dengan luas sekitar 24m², meeting point dengan luas sekitar 72m² dan ruang service sekitar 18m². Untuk lantai 2 pada bangunan ini terdapat Co-working space yang memiliki ruang rapat dengan ukuran 15m² dan public space dengan luasan sekitar 160 m². Sedangkan bangunan *boarding house* memiliki luas sekitar 420m². Di dalam area *boarding house* terdapat 21 Kamar Tidur dengan ukuran sekitar 4,9x3,1 meter beserta kamar mandi ukuran 1,8x1,8 meter. Pada desain kamar tidur ini ukuran ruangan didesain berdasarkan material modular yaitu lantainya.



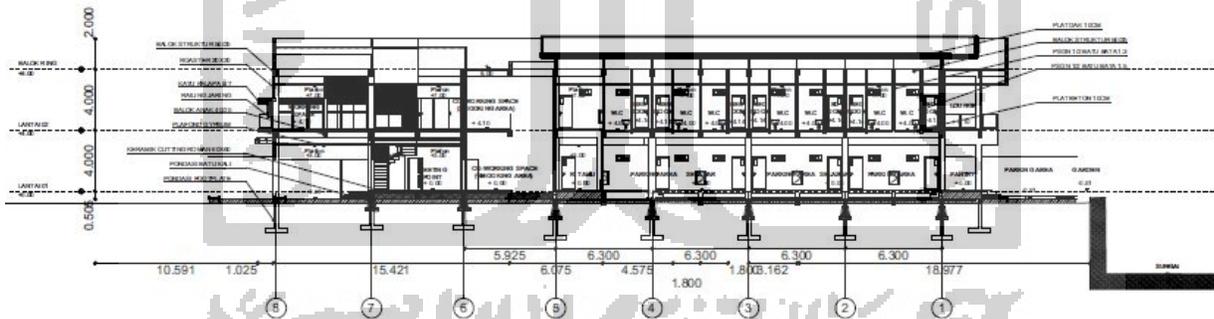
Gambar 2.9 Denah Proyek Co-working dan Boarding House Eksklusif

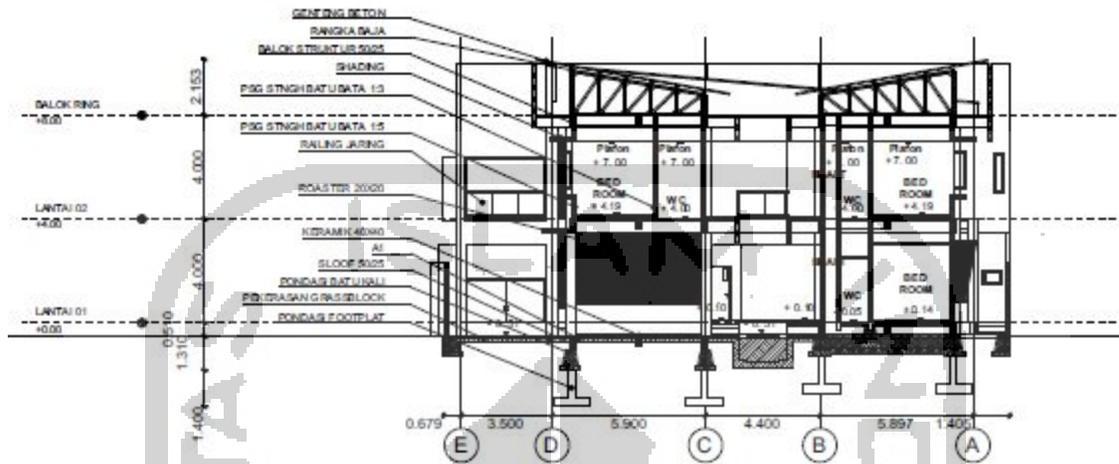
Sumber : (Penulis, 2019)



Gambar 2.10 Denah Lantai 2 Proyek Co-working dan *Boarding House* Eksklusif

Sumber : (Penulis, 2019)





Gambar 2.11 Gambar Potongan Proyek Co-working dan *Boarding House* Eksklusif

Sumber : (Penulis, 2019)

Sebagai sampel dari penelitian ini akan mengambil ruang kamar tidur pada proyek rumah tinggal dan co-working space dengan *boarding house* eksklusif. Karena pada ruang kamar kedua proyek tersebut memiliki kesamaan pola yang hampir mirip dalam mendesain ruang, namun dengan cara perencanaan yang berbeda. Pada proyek rumah tinggal, ruang tidur cara mendesain ruang menggunakan metode konvensional, sedangkan pada proyek co-working space dan *boarding house* eksklusif ruang kamar menggunakan metode berdasarkan material modular.