

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian terdahulu

Penelitian diambil dari jurnal internasional, jurnal penelitian nasional dan tesis yang sudah dilakukan, sebagai berikut:

Tabel 2.1 : Tabel tentang jurnal internasional dan jurnal nasional

No	Nama Tahun	Judul penelitian	Model	Hasil penelitian
1	Tomas U. Ganiron Jr and Mohammed Almarwaie 2014	<i>Prefabricated Technology in a Modular House</i>	<i>Value Engineering</i>	Penelitian yang dilakukan untuk menemukan beberapa cara alternatif untuk mengurangi biaya tanpa mengubah kualitas perumahan proyek, dengan mengevaluasi perbandingan antara komponen perumahan di rumah modular dan secara tradisional dalam hal biaya, efisiensi, efektivitas, dan waktu. Satu dari wawasan yang menarik dalam penelitian ini yaitu prefabrikasi komponen memiliki signifikansi perbedaan dalam hal biaya konstruksi sebagai dibandingkan dengan metode tradisional karena bahan, dan durasi waktu konstruksi yang cepat dan singkat.
2	Rajkirn P.Shine, Milind M.Darade 2018	<i>Comparison of prefabricated Modular Homes and Traditional R.C.C Homes</i>	<i>Value Engineering</i>	Studi tentang perbandingan rumah tradisional R.C.C dan rumah modular prefabrikasi dari segi biaya dan waktu. Dengan analisis kuantitatif didapatkan hasil bahwa: a. Konstruksi rumah tradisional R.C.C lebih murah daripada prefabrikasi b. Kelebihan rumah modular, yaitu: 1) Kualitasnya lebih bagus 2) Menghemat banyak waktu dan tenaga

				<p>3) Menghemat tenaga</p> <p>c. Kelebihan rumah tradisional RCC, yaitu:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) beton bertulang memiliki kekuatan tekan yang tinggi apabila dibandingkan dengan bahan bangunan yang lainnya. 2) beton bertulang dapat menahan tegangan tarik 3) ketahanan terhadap api dan cuaca 4) sistem bangunan beton bertulang lebih tahan lama daripada sistem bangunan lainnya
3	Rahmat Kurniawan E.P, Cahyono Bintang Nurcahyo dan Yusroni Eka Putri R.W2015	Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Bangunan Konstruksi Baja Menggunakan Sistem Pre-Engineering Building dan Sistem Konvensional pada Proyek Pabrik Fober Cement Boards Mojosari	Rekayasa Nilai	Dari hasil penelitian yang dilaksanakan di Pabrik Fibre Cement Board Mojosari, untuk pekerjaan bangunan konstruksi baja dengan sistem pre-engineering building dengan biaya sebesar Rp. 1.674.677.166,65 dalam waktu 40 hari dan sistem konvensional dengan biaya sebesar Rp. 2.269.651.094,- dalam waktu 78 hari
4	Candy Happy Najoan Jermias Tjakra, Pingkan A. K. Pratas 2016	Analisis Metode Pelaksanaan Plat Precast dengan Plat Konvensional Ditinjau dari Waktu dan Biaya (Studi Kasus: Markas Komando Daerah Militer Manado).	Rekayasa Nilai	Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa dengan menggunakan metode precast membutuhkan waktu pelaksanaan selama 198 hari dengan Total biaya langsungnya adalah Rp 30,352,740,000,00, sedang untuk metode konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 226 hari dengan total biaya langsung Rp 30,230,145,000,00. Perbandingan biaya adalah Rp 122,595,000,00 sedang perbandingan waktu adalah 28 hari. Dapat disimpulkan bahwa

				pekerjaan menggunakan sistem precast membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan sistem konvensional akan tetapi dengan waktu pengerjaan yang lebih singkat. Semakin besar volume pekerjaan dengan menggunakan sistem precast, semakin murah pula harganya dibandingkan dengan metode konvensional dan waktu pelaksanaannya juga lebih cepat, apalagi dengan menggunakan sistem Precast cast in situ.
5	Trijeti, Sevina Yasti Putri, Andika Setiawan. 2017	Perbandingan Dinding Prefab Cement Wall dengan Bata Konvensional pada Bangunan Rumah.	Rekayasa Nilai	Dari hasil penelitian dinding menggunakan <i>prefab cement wall</i> lebih murah 4.72% dibanding bata konvensional untuk luasan rumah 156 m ² . Durasi pekerjaan <i>prefab cement wall</i> lebih cepat 6 minggu dibanding bata konvensional
6	Felix Hidayat, Gregorius Irvan 2018	Analisis Perbandingan Biaya, Waktu, Material, dan Tata Laksana Pekerjaan Dinding Menggunakan Bata Merah, Sandwich Panel dan Beton Precast pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit "STC" di Kota Jakarta	Rekayasa Nilai	Pilih dari ketiga material ditentukan dengan mempertimbangkan analisis material, tata laksana, biaya, dan waktu yang dibutuhkan pada pemasangan tiap materialnya.. Luas total butuh dinding yaitu sebesar 10.560,476 m ² . Rancangan anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan dinding bata ringan, dinding <i>sandwich panel</i> , dan dinding beton <i>precast</i> memiliki perbandingan 1 : 1,54 : 1,07. Durasi yang dibutuhkan untuk pekerjaan dari pembuatan dinding bata ringan, dinding <i>sandwich panel</i> dan dinding beton <i>precast</i> memiliki perbandingan 3,59 : 1,84 : 1. Dari segi tata laksana, dinding beton <i>precast</i> memiliki SOP yang paling efektif untuk diterapkan dalam proyek ini. Dari semua variabel yang dibandingkan, material yang cocok untuk menjadi pengganti material dinding pada proyek ini yaitu dinding beton <i>precast</i>

Sumber : Hasil Olahan Penulis

2.2. Dasar Teori

2.2.1 Pengertian tentang rumah

Rumah adalah suatu ruangan atau suatu gabungan ruangan yang berhubungan antara satu dengan yang lain, untuk didiami tersendiri oleh seseorang atau tanpa penghuni, untuk dapat dihuni (Anonim dalam Sardi, 2018)

Menurut P. G. Hayward dalam Pratikto(2008), rumah adalah:

- a. Rumah sebagai pengejawantahan jati diri, yaitu rumah sebagai simbol dan pencerminan tata nilai dan selera pribadi penghuninya.
- b. Rumah sebagai wadah yang memberikan keakraban, rasa memiliki, kebersamaan, kehangatan, kasih sayang dan rasa aman.
- c. Rumah sebagai tempat menyendiri dan menyepi, yaitu tempat melepaskan diri dari dunia luar, dan juga tekanan dan ketegangan serta dari kegiatan batin.
- d. Rumah sebagai akar dan kesinambungan, yaitu rumah sebagai tempat untuk kembali pada akar dan menumbuhkan rasa kesinambungan dalam untaian proses ke masa depan.
- e. Rumah sebagai wadah kegiatan sehari-hari.
- f. Rumah sebagai pusat jaringan sosial.
- g. Rumah sebagai struktur fisik.
- h. Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga, sebagai pelindung terhadap gangguan alam dan makhluk lainnya, juga berperan sebagai pusat pendidikan keluarga, proses budaya, penyiapan generasi muda dan

lain-lain, sehingga kualitas Sumber Daya Manusia juga dapat dipengaruhi dari kualitas perumahan.

2.2.2 Fungsi Rumah

Rumah berfungsi sebagai tempat tinggal, di mana manusia dapat mengharapkan keintiman dan kehangatan hidup yang manusiawi. Selain itu, rumah juga berfungsi sebagai pengamanan diri manusia, pemberi ketenangan dan ketentraman hidup, serta wahana yang mampu mendorong penemuan diri. (Yudohusodo, 1991)

2.2.3 Rumah Sehat

Rumah sehat adalah tempat berlindung/bernaung dan tempat untuk beristirahat sehingga menumbuhkan kehidupan yang sempurna baik fisik rohani maupun sosial (Kasjono dalam Rahmah, 2015).

Adapun ketentuan persyaratan kesehatan rumah tinggal menurut Kepmenkes No.829/Menkes/SK/VII/1999 adalah sebagai berikut :

a. Bahan bangunan

- 1) Tidak terbuat dari bahan yang dapat melepaskan bahan yang dapat membahayakan kesehatan, antara lain : debu total kurang dari $150 \mu \text{ g/m}^2$, asbestos kurang dari 0,5 serat/ m^3 per 24 jam, plumbum (Pb) kurang dari 300 mg/kg bahan.
- 2) Tidak terbuat dari bahan yang dapat menjadi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme patogen

b. Komponen dan penataan ruangan

- 1) Lantai kedap air dan mudah dibersihkan.
- 2) Dinding rumah memiliki ventilasi, kamar mandi dan kamar cuci kedap air dan mudah dibersihkan.
- 3) Langit-langit rumah mudah dibersihkan dan tidak rawan kecelakaan.
- 4) Bubungan rumah 10 m dan ada penangkal petir.
- 5) Ruang ditata sesuai dengan fungsi dan peruntukannya.
- 6) Dapur harus memiliki sarana pembuangan asap

c. Pembuangan Limbah

- 1) Limbah cair yang berasal rumah tangga tidak mencemari sumber air, tidak menimbulkan bau, dan tidak mencemari permukaan tanah.
- 2) Limbah padat harus dikelola dengan baik agar tidak menimbulkan bau, tidak mencemari permukaan tanah dan air tanah

Untuk memenuhi syarat rumah sehat, perlu diperhatikan:

- a. Lingkungan rumah
- b. Kontruksi rumah
- c. Kebutuhan hawa di dalam rumah
- d. Kebutuhan cahaya

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam membangun rumah adalah sebagai berikut :

- a. Faktor Lingkungan (Alam)

Lingkungan yang dimaksud termasuk lingkungan fisik, biologis, maupun sosial. Hal ini menyangkut kondisi lingkungan alam dan sosial di sekitar rumah yang akan didirikan (Mubarak dan Chayatin, 2009).

b. Tingkat Kemampuan Ekonomi

Individu yang ingin membangun suatu rumah tentunya akan mengukur tingkat kemampuan ekonominya, terutama menyangkut kesiapan finansial. Hal-hal yang perlu menjadi perhatian tiap-tiap individu dalam masyarakat yang akan membangun rumah adalah diperlukan pemeliharaan rumah tersebut sehingga dapat dipergunakan dalam waktu yang cukup lama bahkan dapat dinikmati oleh anak cucunya (Mubarak dan Chayatin, 2009).

2.2.4 Rumah Sederhana

Berdasarkan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No.403/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (Rs SEHAT) yang dimaksud dengan:

- a. rumah sederhana adalah tempat kediaman yang layak dihuni dan harganya terjangkau oleh masyarakat berpenghasilan rendah dan sedang
- b. Rumah sederhana sehat adalah tempat kediaman yang layak dihuni dan harganya terjangkau oleh masyarakat berpenghasilan rendah dan sedang, berupa bangunan yang luas lantai dan luas kavelingnya

memadai dengan jumlah penghuni serta memenuhi persyaratan kesehatan rumah tinggal

Perumahan sangat sederhana, adalah tempat kediaman yang pada tahap awalnya dibangun dengan menggunakan bahan bangunan berkualitas sangat sederhana dan dilengkapi dengan prasarana lingkungan, utilitas umum dan fasilitas sosial, yang akan dapat menjawab kebutuhan dasar manusia, dalam penyediaan tempat tinggal dan terjangkau bagi masyarakat berpenghasilan rendah. (Sabaruddin dalam Farida, 2014)

Menurut Hardjoso Pr dalam Sardi (2018) menjelaskan masalah perumahan adalah masalah yang mempunyai pengaruh luas dalam kehidupan sehari-hari, terutama masalah kesehatan pada rumah dan lingkungannya. Pengertian Rumah sehat disini adalah rumah yang dapat memenuhi kebutuhan jasmani dan rohani manusia secara layak sebagai tempat tinggal atau perlindungan terhadap pengaruh dari luar. Sebuah rumah, bentuk dan fasilitas akan mencerminkan suatu kompromi antara berbagai unsur atau faktor, misalnya jika di daerah tropis unsur penerangan sering berlebihan, rasa kenyamanan dengan sejauh mungkin menghindarkan panas masuk ke dalam rumah, syarat-syarat bangunan kesehatan lingkungan dan lain sebagainya.

2.2.5 Rumah Sederhana Sehat

Pengertian tentang rumah sederhana sehat adalah tempat kediaman yang layak dihuni dan harganya terjangkau oleh masyarakat berpenghasilan rendah dan sedang, berupa bangunan yang luas lantai dan luas kavelingnya memadai dengan

jumlah penghuni serta memenuhi persyaratan kesehatan rumah tinggal (Kepmenkimpraswil No: 403/KPTS/M/2002)

2.2.6 Dasar perancangan Rumah Sederhana Sehat

Berdasarkan Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah No.403/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (Rs SEHAT) bahwa:

- a. kebutuhan dasar minimal suatu rumah, terdiri dari:
 1. Atap yang rapat dan tidak bocor
 2. Lantai yang kering dan mudah dibersihkan
 3. Penyediaan air bersih yang cukup
 4. Pembuangan air kotor yang baik dan memenuhi persyaratan kesehatan
 5. Pencahayaan alami yang cukup
 6. Udara bersih yang cukup melalui pengaturan sirkulasi udara sesuai dengan kebutuhan
- b. Kebutuhan luas minimum dan lahan rumah sehat (RsH)

Kebutuhan Luas Minimum Bangunan dan Lahan Rumah Sederhana Sehat (RsH)

Tabel 2.2 : Luas Standart Rumah Sederhana Sehat

Standart Per Jiwa (m ²)	Luas (m ²) untuk 3 Jiwa				Luas (m ²) untuk 4 Jiwa			
	unit rumah	lahan (L)			unit rumah	lahan (L)		
		minimal	efektif	ideal		minimal	efektif	ideal
Ambang batas 7,2	21,6	60,0	72,9	200	28,8	60,0	72,9	200
Indonesia 9,0	27,0	60,0	72,9	200	36,0	60,0	72,9	200
Internasional 12,0	36,0	60,0	-	-	48,0	60,0	-	-

Sumber : RsH Kepmenkimpraswil No.403/KPTS/M/2002

c. Rancangan proses pengembangan Rs Sehat

Untuk Rumah Sederhana Sehat (RsS-2) berukuran 36 m² yang memiliki ruangan sebagai berikut:

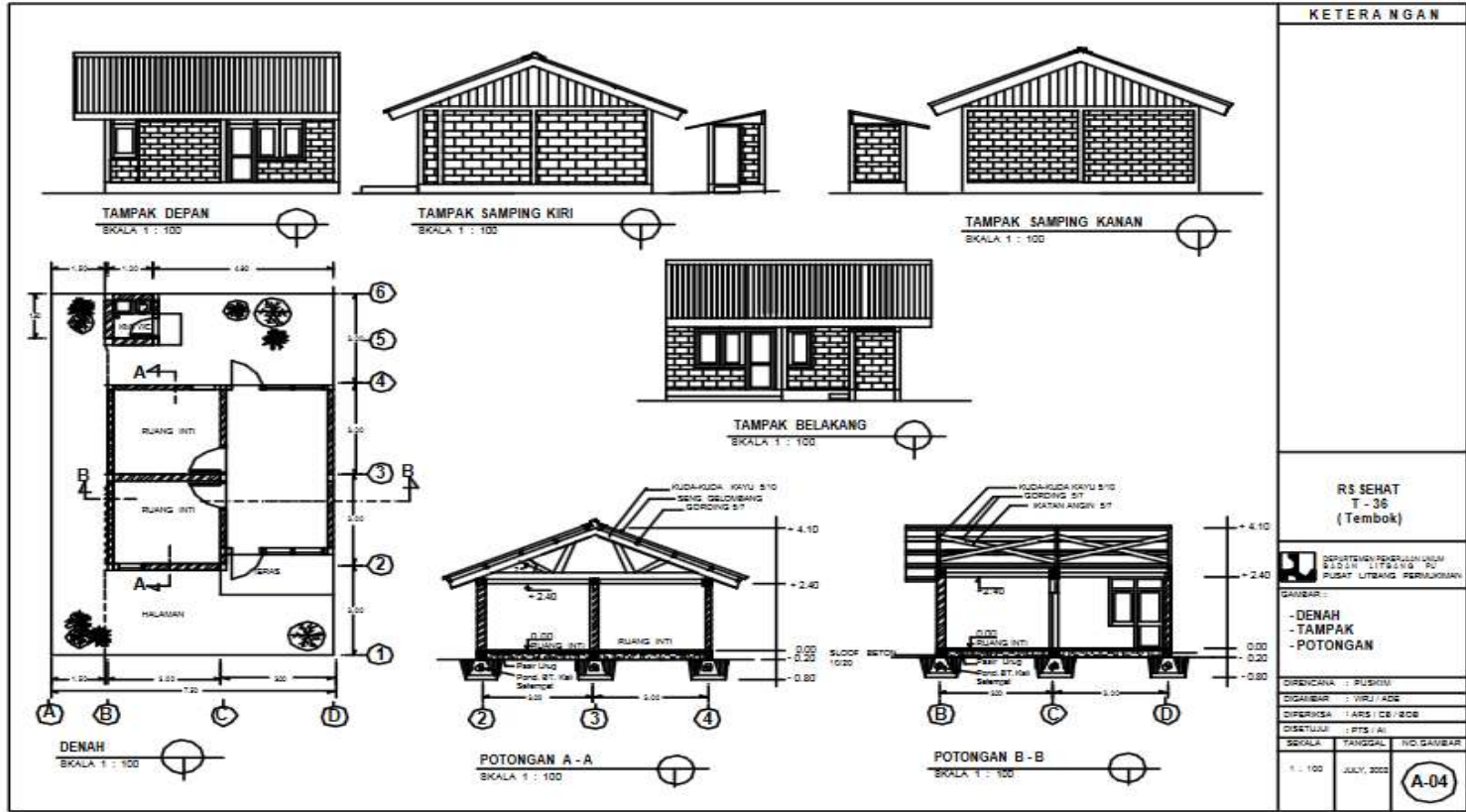
- 1) Dua Ruang tidur berukuran 3,00 x 3,00 m²
- 2) Ruang tidur anak berukuran 3,00 x 3,00 m²
- 3) Ruang tamu berukuran 2.50 x 3.00 m²
- 4) Ruang berukuran 3.00 x 3.00 m²
- 5) Kamar mandi + WC berukuran 1,50 x 1,20 m²

Dengan Konstruksi bangunan rumah, yaitu:

- 1) Pondasi konstruksi batu kali
- 2) Lantai konstruksi rabat beton
- 3) Dinding konstruksi pasangan conblock
- 4) Kusen pintu/jendela konstruksi kayu
- 5) Atap konstruksi rangka kuda-kuda kayu
- 6) Penutup konstruksi Asbes/seng gelombang kecil

Sedangkan untuk sanitair minimal untuk RsS-2 minimal memiliki:

- 1) Closet jongkok kakus beserta leher angsanya 1 unit
- 2) Bak air mandi fibre/plastik 1 unit
- 3) Disiapkan instalasi diluar sumber sumur pompa tangan 1 unit



KETERANGAN	
RSH SEHAT T - 36 (Tembok)	
 DEPARTEMEN KESEHATAN RI BUKITINGGI PUSAT LITBANG PERALIHAN	
GAMBAR: - DENAH - TAMPAK - POTONGAN	
DIREKSI: PUSKOT DESAIN: VIR/AD DIPERIKSA: ARS/CE/DOB DISetujui: PTS/Al	
SKALA: 1:100 TANGGAL: JULY 2002	TTD GAMBAR A-04

Sumber: Kepmenkimpraswil No.403/KPTS/M/2002
 Gambar 2.1:Desain gambar RSH tipe 36

Dan berdasarkan Undang-undang No.1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Pemukiman yang mengatur luas lantai minimal rumah tinggal dan rumah deret pada pasal 22 ayat 3 bahwa “Luas lantai rumah tunggal dan rumah deret memiliki ukuran paling sedikit 36 meter persegi”.

2.2.7 Macam pembangunan rumah sederhana

Adapun macam- macam pembangunan rumah sederhana, yaitu:

- a. Rumah konvensional yaitu bangunan rumah yang masih menggunakan material bata merah/ conblok pada dinding dan material beton pada kolom, balok dan plat kantilever serta rangka atapnya menggunakan kayu.
- b. Rumah pracetak yaitu bangunan rumah yang materialnya sebagian dari elemen-elemen struktur beton dicetak pada tempat tertentu yang berada di lokasi pabrik khususnya memproduksi beton pracetak yang kemudian dirakit pada posisinya sebagai suatu bagian dari elemen struktur. (Modul konstruksi pra cetak untuk rumah sederhana, 2016)

Menurut Yulistianingsih dan Trijeti (2014) bahwa:

- a. Metode pracetak yaitu suatu metode dimana sebagian besar bagian dari elemen-elemen struktur dari beton dicetak pada tempat tertentu yang berada di lokasi pabrik yang khusus memproduksi beton pracetak yang kemudian dirakit pada posisinya sebagai suatu bagian dari elemen struktur.

- b. Metode pracetak akan menguntungkan jika pekerjaan adalah dalam volume besar dan elemen-elemen struktur banyak yang seragam.
- c. Bagian-bagian Rumah Pracetak pada rumahpracetak terdiri dari pekerjaan pondasi, pekerjaan dinding struktur, pekerjaan kusen pintu dan jendela, pekerjaan plesteran dan acian, pekerjaan atap plafon serta pekerjaan atap, kuda – kuda dan penutup atap.
- d. Rumah M-Panel yaitu bangunan rumah yang meterialnya berasal dari inovasi tekhnologi konstruksi yang terbuat dari bahan-bahan yang ramah lingkungan, bersifat ringan tetapi kokoh, tidak menjalarkan api dan kedap suara (Modul M-Panel dalam Achmad Tharis Atsaruddin, Kartika Puspa Negara, Saifoe El Unas, 2015)

Menurut Vicky Ramadani, M. Hamzzah Hasyim, Saifoe El Unas, 2015,

bahwa:

- a. Mpaneldigunakan sebagai penggantomaterial bangunan konvensional seperti batu bata yang berfungsi sebagaistruktur sehingga dapat mengurangipenggunaan struktur konvensionalpada bangunan.
- b. MPanel terdiri darikomponen /EPS (*expanded polystyrene stereofoam*) dan kawatjaring baja (*wiremesh*).

Bahan yang digunakan untuk dinding rumah sederhana RupaK menggunakan 3 jenis, yaitu:

- a. Sandwich EPS (*Expanded Polystyrene Stereofoam*)

Berdasarkan<https://www.rumahmaterial.com/2016/05/kupas-tuntas-material-sandwich-panel.html> bahwa Sandwich EPSmerupakan

material menggunakan bahan Expanded Polystyrene sebagai bahan insulasi yang memiliki karakteristik kuat tetapi sangat ringan dan baik untuk menahan panas yang dilapisi 2 lapisan pelat zinalume yang direkatkan pada kedua sisi lapisan insulasi. Umumnya tersedia dalam ketebalan 40, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 mm.

Keunggulan dari produk sandwich panel berdasarkan <https://www.rumahmaterial.com/2016/05/kupas-tuntas-material-sandwich-panel.html> antara lain adalah hemat energi (energy saver), peredam panas dan peredam suara yang baik, siap pasang / tidak perlu finishing lagi, bersih (clean), custom made (bisa dibuat sesuai pesanan), cepat pemasangannya, dan mudah perawatannya.

b. Kalsipard 8

Menurut <http://kalsi.co.id/id/partisi/kalsipart-8/> adalah papan fiber semen untuk aplikasi dinding dalam/partisi dengan ketebalan 8 mm

Kelebihan kalsipart 8 menurut <https://hargadistributorkalsiboard.wordpress.com/2012/12/01/kalsiboard-vs-gypsum-mana-yang-terbaik/> yaitu terbuat dari bahan kalsi yang 100% bebas asbestos; terbuat dari bahan organik, semen, bahan penguat dan lem alami; hasil produk yang stabil dan tahan lama; tahan air dan tahan rayap; dan dalam pelaksanaan pemasangannya sangat mudah, ringkas dan cepat.

c. Kalsiqua

Menurut <http://www.kalsi.co.id/id/partisi-9/kalsiqua-8/> Kalsiqua KalsiQua 8 adalah papan fiber semen 100% Bebas Asbes dengan ketebalan 8 mm, terbuat dari campuran semen, mineral pilihan, bahan penguat, dan aditif khusus yang secara spesifik didesain untuk aplikasi area basah. KalsiQua 8 dapat berfungsi sebagai papan aplikasi area basah dengan performa terbaik dan tidak diperlukan aplikasi waterproofing tambahan.

Keunggulan dari kalsiqua 8 berdasarkan <http://www.kalsi.co.id/id/partisi-9/kalsiqua-8/> yaitu memiliki kualitas yang tinggi dan kokoh karena telah lulus uji tes laboratorium berstandar Internasional untuk performa akustik, kekuatan mekanis, dan ketahanan akan api.

2.2.8 Estimasi biaya dan waktu

Kegiatan estimasi merupakan dasar untuk membuat system pembiayaan dan jadwal pelaksanaan konstruksi, untuk meramalkan kejadian pada proses pelaksanaan serta memberikan nilai pada masing-masing kejadian tersebut (Wulfram I. Ervianto, 2002)

Menurut Yulistianingsih dan Trijeti (2014) bahwa:

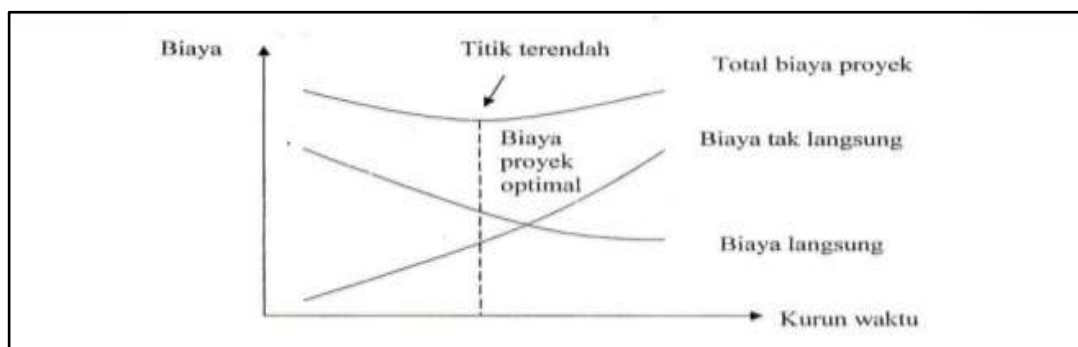
- a. Anggaran biaya proyek adalah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek.

- b. Harga satuan pekerjaan merupakan jumlah harga material dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis.
- c. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHS-SNI) adalah alat untuk menghitung harga satuan pekerjaan konstruksi yang diterbitkan oleh instansi terkait pada setiap Pemerintah Daerah di seluruh wilayah Indonesia dan yang biasa menggunakan AHS-SNI adalah para konsultan perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor pelaksana konstruksi dalam rangka melaksanakan kegiatan yang berkaitan dengan bidang yang menjadi kewenangan masing-masing dalam melaksanakan pekerjaan jasa konstruksi.
- d. Analisa harga Satuan Pekerjaan Konstruksi (AHS-SNI) diterbitkan setiap tahun, yang berubah dari setiap terbitan AHS-SNI biasanya harga satuan bahan dan upah yang diberlakukan.
- e. Pada koefisien AHS relatif tetap, yang berubah hanya format, contohnya pada AHS-SNI 2018 setiap satuan pekerjaan dikelompokkan sendiri-sendiri, seperti analisa pekerjaan pondasi, analisa pekerjaan tanah, analisa pekerjaan beton dst, sehingga pengguna lebih mudah menggunakannya.
- f. Time schedule adalah rencana alokasi waktu untuk menyelesaikan masing-masing item pekerjaan proyek yang secara keseluruhan adalah rentang waktu yang ditetapkan untuk melaksanakan sebuah proyek.

- g. Schedule proyek merupakan waktu yang direncanakan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

2.2.9 Hubungan antara Biaya dan Waktu pelaksanaan

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tapi pada umumnya makin lama proyek berjalan makin tinggi komulatif biaya tak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1997). Pada Gambar 2.2 ditunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.



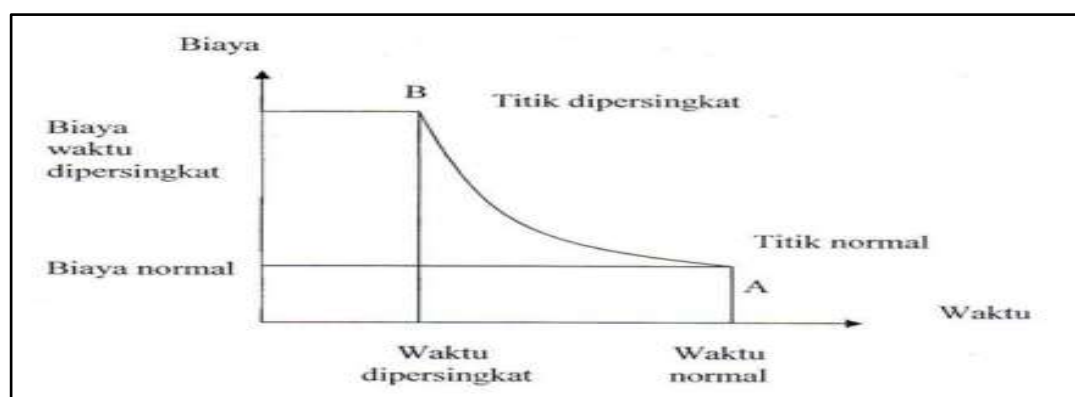
Sumber: Soeharto, 1997

Gambar 2.2: Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya optimal

Hubungan semacam ini disebabkan karena setiap percepatan durasi proyek membutuhkan tambahan biaya langsung yang digunakan untuk menambah tingkat produktivitas kerja, menambah peralatan, mengganti metode kerja dan

lain-lain. Antara waktu penyelesaian proyek normal dan dipercepat mengakibatkan perubahan terhadap biaya total proyek. Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu:

- a. Kurun waktu normal/Normal Duration (ND) yaitu jangka waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai dengan tingkat produktivitas kerja yang normal, diluar pertimbangan kerja lembur dan usaha lainnya seperti : menyewa peralatan yang lebih canggih.
- b. Kurun waktu dipersingkat/Crash Duration (CD) yaitu waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan secara teknis masih mungkin, seperti dilakukannya upaya penambahan sumber daya dengan penambahan jam kerja (lembur), pembagian giliran kerja (shift), penambahan tenaga kerja dan penambahan peralatan atau merubah metode kerja.
- c. Biaya normal/Normal Cost (NC) yaitu biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- d. Biaya untuk waktu dipersingkat/Crash Cost (CC) yaitu jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.



Sumber : Soeharto, 1997

Gambar 2.3 : Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan

Gambar 2.3 menunjukkan hubungan antara durasi-biaya, pada titik A memberikan informasi tentang biaya yang dibutuhkan dalam kondisi minimum, tetapi durasinya maksimum (waktu paling lambat). Pada keadaan titik A disebut dengan biaya normal (nc) dan waktu normal (nd). Pada titik B memberikan informasi bahwa pada titik tersebut durasi dalam kondisi minimum (waktu paling cepat) sedangkan biaya yang dibutuhkan pada kondisi maksimum. Pada keadaan demikian titik B disebut waktu dipersingkat (crash duration) dan biaya waktu dipersingkat (crash cost). Garis penghubung antara titik-titik ini dihubungkan oleh garis-garis dan dalam keadaan normal berupa kurva-biaya dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa yang masih layak untuk diadakan crashing. Cara yang digunakan adalah meninjau cost slope (kemiringan biaya) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek (Soeharto, 1997).

2.2.10 Pengertian Daya Dukung Tanah

Menurut Pemikiran, 2009 bahwa:

1. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah memikul tekanan atau tekanan maksimum yang diijinkan diterima oleh tanah pada dasar pondasi.
2. B.M Das (1999) dalam mendefinisikan daya dukung batas atau ultimate bearing capacity sebagai “beban maksimum per satuan

luas, yang dapat dipikul suatu tanah dibawah pondasi di mana tanah masih mampu mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan".

Sehingga tanah harus mampu memikul beban dari setiap konstruksi teknik yang diletakkan pada tanah tersebut tanpa kegagalan geser dan dengan penurunan yang dapat ditolerir untuk konstruksi tersebut.

2.2.11 Hubungan Empiris Kekuatan Tanah Berdasarkan Uji Penetrasi Sondir

Menurut Terzaghi dan Peck (1993), harga perlawanan konus hasil uji penetrasi sondir pada lapisan tanah / batuan dapat dihubungkan secara empiris dengan kekuatannya.

Tabel 2.3 : Konsistensi tanah lempung berdasarkan hasil sondir

Konsistensi	Conus Resistance (qc) Kgc ^m ²	Friction Ratio (FR) %
Sangat Lunak	5	3,5
Lunak	5-10	3,5
Medium	10-35	4,0
Kaku	30-60	4,0
Sangat Kaku	60-120	6,0
Keras	120	6,0

Sumber : (Terzaghi dan Peck, 1948)

Tabel 2.4 : Kepadatan lapisan tanah berdasarkan hasil sondir

Konsistensi	Conus Resistance (qc) Kgc ^m ²	Friction Ratio (FR) %
Sangat Lepas	20	2,0
Lepas	20-40	2,0
Setengah Lepas	40-120	2,0
Padat	120-200	4,0
Sangat Padat	200	4,0

Sumber : (Terzaghi dan Peck, 1948)

2.2.12 Rumus Daya Dukung Tanah

Untuk menentukan daya dukungnya dapat menggunakan rumus dari Schmertmann (1978) dalam (Laksono, 2012).

a. Untuk tanah kohesif : $q_{ult} = 5 + 0,34 q_c$(2.1)

b. Untuk tanah berbutir-butir: $q_{ult} = 48 - 0,009(300 - q_c)^{1,5}$ (2.2)

dimana :

q_{ult} = Daya Dukung Ultimit Tanah

q_c = Nilai Conus

Setelah didapatkan nilai daya dukung Ultimit Tanah (q_{ult}), Langkah selanjutnya menghitung beban ultimate , yaitu: $P_u = q_{ult} \times A$(2.3)

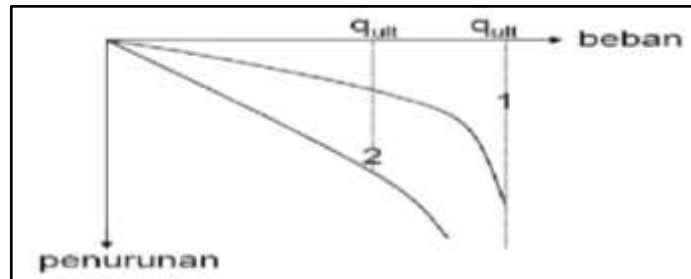
dimana :

P_u = beban ultimate atau beban batas (kg)

A = luas beban (m^2)

Bila tanah mengalami pembebanan seperti beban pondasi, tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Jika beban ini berangsur-angsur ditambah, penurunan pun juga bertambah. Akhirnya, pada suatu saat, terjadi kondisi di mana pada beban yang tetap, pondasi mengalami penurunan yang sangat besar. Kondisi ini menunjukkan bahwa keruntuhan daya dukung telah terjadi. Gambar kurva penurunan yang terjadi terhadap besarnya beban yang diterapkan diperlihatkan pada Gambar 2.3. Mula-mula, pada beban yang diterapkan penurunan yang terjadi kira-kira sebanding dengan bebannya. Hal ini digambarkan sebagai kurva yang mendekati garis lurus, yang menggambarkan hasil distorsi elastis dan pemampatan tanahnya. Bila beban bertambah terus, pada

kurva terjadi suatu lengkungan tajam yang dilanjutkan dengan bagian garis lurus kedua dengan kemiringan yang lebih curam (Pemikiran, 2009)

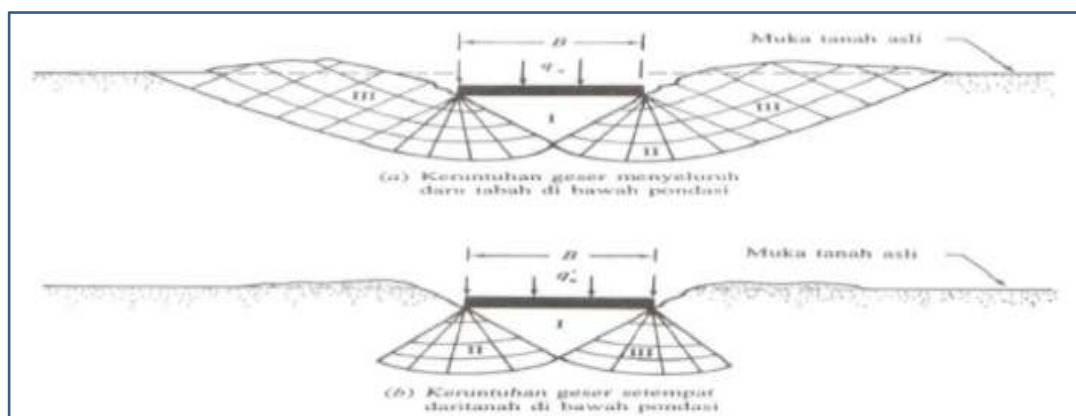


Sumber: Pemikiran, 2009

Gambar 2.4: Hubungan antara pembebanan dengan penurunan pada tanah

Dari pengujian model yang mengamati perilaku tanah selama mengalami pembebanan hingga sampai terjadinya keruntuhan, dapat dilihat sebagai berikut :

1. Terjadi perubahan bentuk tanah yang berupa pengembangan kolom tanah tepat di bawah dasar pondasinya ke arah lateral dan penurunan permukaan di sekitar pondasinya.
2. Terdapat retakan lokal atau geseran tanah di sekeliling pondasinya.
3. Suatu baji tanah terbentuk di lokasi tepat di bawah pondasinya yang mendesak tanah bergerak ke bawah maupun ke atas (gambar 2.4).



Sumber: Pemikiran, 2009

Gambar 2.5: Keruntuhan Geser

4. Umumnya, pada saat keruntuhan terjadi zona geser melebar dalam batas tertentu dan suatu permukaan geser berbentuk lengkungan berkembang yang disusul dengan gerakan pondasi turun ke bawah. Permukaan tanah disekitar pondasi selanjutnya mengembang ke atas yang diikuti oleh retakan dan gerakan muka tanah sekitar pondasinya. Keadaan ini menunjukkan keruntuhan geser telah terjadi

2.2.13 Pengertian tentang Pembebanan

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983, yaitu:

1. Beban Mati ialah berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.
2. Beban Hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian aatau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut.
3. Beban Angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara

4. Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu.
5. Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.