BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Dasar

2.1.1 Pengertian Beton

Menurut SNI 03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen hidraulik atau semen Portland yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tidak dengan bahan tambahan yang membetuk masa padat, sedangkat yang dimasksud beton bertulang ialah beton yang telah ditulangi dengan luas dan jumlah besi tulangan yang tidak kurang dari nilai maksimum, yang disyaratkan dengan atau tidak dengan tulangan, dan direncanakan berasumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya-gaya yang bekerja pada struktur.

2.1.2 Jenis-Jenis Beton

1. Beton Bertulang

   Sifat pada beton ini mempunya sifat beton yang kuat khususnya pada gaya tekanan yang proses terbentuk didalam tulangan baja serta campuran beton. Beton ini juga mempunya sifat yang lemah terhadap gaya Tarik. Maka dari itu, pembesian tulangan baja di masukan kedalam agar kekuatan beton mempunya sifat kuat pada gaya Tarik meningkat. Beton ini banyak diterapkan pada struktur konstruksi dengan bentang yang lebar seperti plat lantai, jembatan, kolom dll.

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

2. Beton Mortar

Pada proses pembuatan beton mortar mempunya beberapa bahan baku antara lain pasir, air dan mortar. Beton ini mempunyai tiga sifat yang sangat banyak dijumpain seperti lumpur dan semen.

3. Beton Ringan

Beton ringan bisa di padukan dengan memakai agregat ringan. Pada proyek konstruksi yang menerapkan metode beton ringan banyak yang memakai penambahan zat adiktif sehigga menimbulkan gelombang udara yang terdapat didalam beton, maka pori-pori makin bertambah sehingga ukurannya juga akan makin membesar. Beton ini diterapkan pada dinding non struktur.

4. Beton Pra-Tegang

Pada pembuatan beton ini sangat mirip dengan jenis beton bertulang. Hanya saja perbedaannya tipis yakni terletak pada pembesian tulangan baja yang dimasukan kedalam beton dengan di tegangkan terlebih dahulu untuk menghindari terjadi keretakan walaupun dapat menahan beban lenturan yang besar.

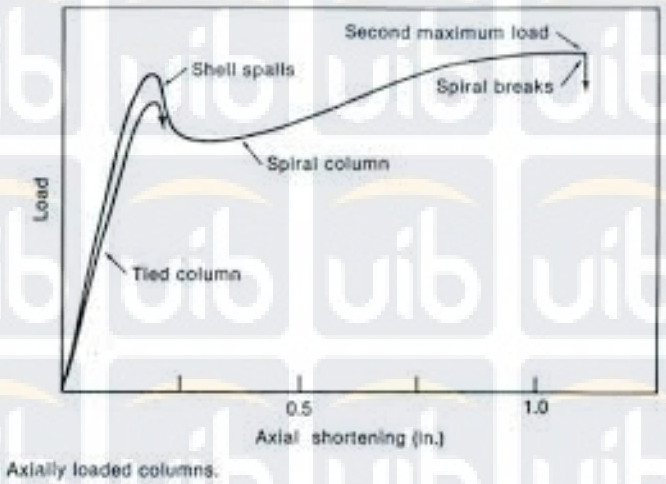
2.1.3 Perilaku Kolom Sengkang

Penulangan pada sengkang kolom terhadap struktur kolom berguna sebagai pencegah tulangan memanjang pada tulangan kolom supaya tidak menekuk keluar sehingga dapat menahan gaya ekspansi lateral beton akibat dari menerima dan menahan gaya aksial dari beban plat dan balok serta beban hidup.

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

Khusus untuk struktur kolom berbentuk persegi, pada umumnya tulangan pada sengkang mempunyai jarak antar tulangan sebagai jarak pendukung pada tulangan longitudinal. Ketika kolom yang berbentuk persegi terdapat beban aksial yang dapat menyebabkan keruntuhan, maka timbullah perubahan struktur beton pada selimut beton diluar beton yang akan melebar atau membengkak yang pada akhirnya akan pecah.

Hal ini bisa menyebab terjadinya pelebaran tulangan sengkang yang bisa mempengaruhi bentuk dari tulangan longitudinal pada lainnya akan mengalami penekukan yang mana gaya momennya tidak ada yang bekerja terhadap tulangan sebab adanya gaya aksial pembebanan dia atasnya sehiggna kolom mengalami keruntuhan.



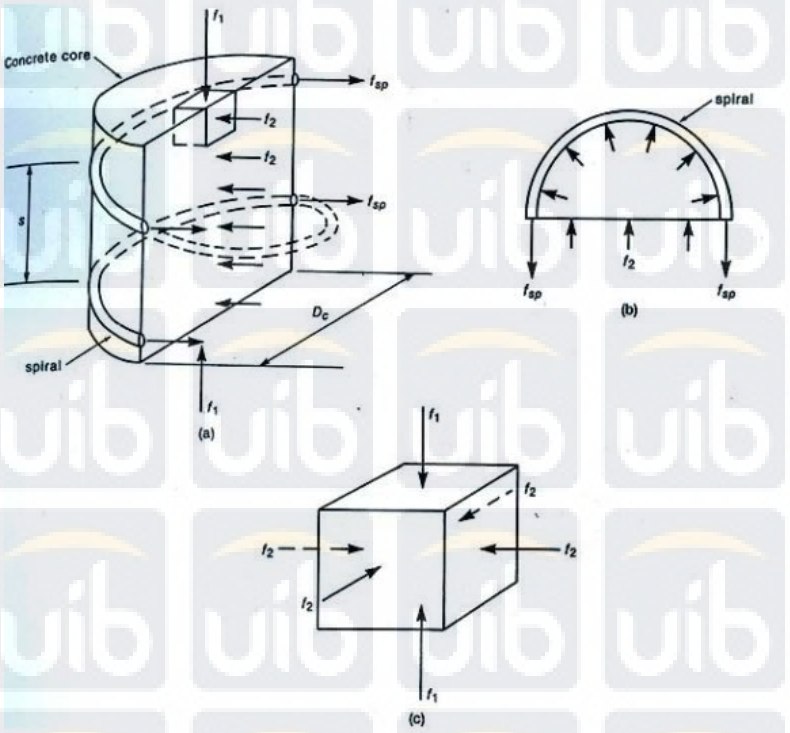
Gambar 2.1 Keruntuhan Kolom *rectangular* dan *spiral*, sumber:

http://ejournal.upnjatim.ac.id/

Gambar 2.1 diatas , adanya perbedaaan ketahanan regangan yang dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur kolom persegi maupun spiral. Pada kolom

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

persegi terlihat sedang mengalami keruntuhan secara tiba-tiba, sedangkan pada kolom spiral sedang mengalami keruntuhan secara perlahan-lahan. Bisa disimpulkan diebabkan karena adanya penyebaran distribusi beban pada struktur kolom spiral yang lebih merata dibandingkan dengan kolom peregi. Segala keseluruhan luas kolom spiral ikut menanggung beban sedangkan pada kolom persegi, tiap sudutnya tidak sepenuhnya menanggung beban pada struktur atasnya.



Gambar 2.2 Konstribsu tulangan spiral pada beton, sumber: http://ejournal.upnjatim.ac.id/

2.1.4 Faktor Keamanan pada Kolom

Faktor keamanan pada struktur kolom biasanya didesain lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai faktor keamanan pada lainnya seperti balok geser dan

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

lentur, yang mana untuk factor kemananan balok lentur yaitu sebesar 0.9 ,sedangkan untuk faktor keamanan balok geser yaitu sebesar 0.58. Sedangkan untuk faktor keamanan pada struktur kolom persegi dan kolom spiral masing-masing adalah sebesar 0,75 dan 0,7.

Perbedaan faktor keamanan tersebut ditentukan pada kehancuran kolom yang sangat berbahaya terhadap struktur bangunan jika dilakukan perbandingan keruntuhan balok serta uji tekan kuat beton pada tes pengujian kuat tekan balok di laboratorium tidak bisa diterapkan secara keseluruhan karena uji tekan beton pada struktur bangunan dapat berubah.

Kolom spiral memiliki nilai faktor keamanan yang lebih besar dibandingkan dengan kolom persgi yang mana kolom berbentuk spiral mengalami keruntuhan secara bertahap-tahap sehingga dapat memperbaiki kekuatan pada kolom persegi, keruntuhan yang terjadi tidak dapat diantisipasi dan perkiraan yang akan mengakibatkan kecelakaan maupun timbul adanya korban pada saat keruntuhan bangunan.

2.1.5 Bahan Tambah (*admixture) Beton*

Bahan tambah (*admixture)* ialah bahan yang ditambahkan serta dicampurkan ke dalam beton dengan tujuan untuk mengubah karakteristik dan fungsinya agar beton memiliki sifat yang sesuai dengan kondisi pada lapangan serta juga menghemat biaya. Berikut adalah macam-macam bahan campuran atau *admixture* sebagai berikut:

1. Tipe *Water-Reducing Admixtures*

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

Admixtures tipe ini berguna untuk meminimalkan pemakaian atau penggunaan air ketika proses pencampuran pencetakan beton. Pada artiannya, beton yang telah dicampurakan *admixtures* ini memiliki sifat kuat yang tinggi.

2. Tipe *Retarding Admixtures*

   Admixtures ini berfungsi sebagai penghambat masa pengikatan beton dan umumnya digunakan ketika kondisi cuaca panas.

3. Tipe *Accelerating Admixtures*

   Admixtures ini berfungsi agar mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan beton. Tinggi beton sebagai kuat tekan yang di hasilkan dalam waktu yang sangat singkat diperlukan pada saat kegiatan konstruksi yang sangat ketat untuk pembebanan yang segera dibebani pekerjaan kontruksi berikutnya.

4. Tipe *Water Reducing and Retarding Admixtures*

   Admixtures ini berfungsi untuk meminimalkan pemakaian air ketika berlangsungnya pencetakan beton sekaligus menghambat proses pengikatan beton.

5. Tipe *Accelerating Admixtures and Water Reducing*

   Admixtures tipe ini berfungsi meminimalkan pemakaian kebutuhan air ketika berlangsungnya percetakan beton sekaligus mempercepat waktu pengikatan serta pengembangan kekuatan diawal beton dibentuk.

6. Tipe *Water Reducing High Range Admixtures*

   Admixtures ini berfungsi meminimalkan pemakaian air ketika kegiatan pengecoran beton sebanyak 12% atau boleh lebih. Pada biasanya beton yang

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

menggunakan mutu yang tinggi dengan penggunaan kebutuhan air yang sedikit dengan kemudahan kerja yang tinggi.

7. Tipe *Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*

   Admixtures ini berfungsi meminimalkan pemakaian air ketika proses percetakan beton sekaligus memperlambat waktu pengikatan. Biasanya digunakan pada proyek yang memiliki ruang gerak terbatas dan pengadaan sumber daya.

2.1.6 Kolom

Menurut (Sudarmoko, 1996) "kolom merupakan batang tekan vertikal dari keseluruhan struktur yang menanggung beban diatasnya yakni balok. Kolom adalah bagian dari struktur tekan yang paling penting atau utama pada keseluruhan bangunan, yang mana keruntuhan pada struktur kolom ialah bagian yang paling kritis yang bisa mengakibatkan keruntuhan lantai yang berikatan dan runtuh total pada keseluruhan struktur".

2.1.7 Balok

Balok ialah struktur bangunan sebagai untuk memikul beban dan mendistribusikan beban ke elemen kolom penompang. Biasanya pekerjaan balok dengan pekerjaan plat lantai dikerjakan secara bersamaan agar terbentuknya kesatuan konstruksi.

2.1.8 Plat Lantai

Plat lantai merupakan bagian struktur pada bangunan yang memikul beban pertama kali yaitu beban mati maupun beban hidup yang akan di transfer ke

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

balok. Plat lantai yang direncakan harus kau dan merata. Perancangan dimensi plat lantai akan berpengaruh pada balok dan kolom yang akan digunakan. Perencanaan ketebalan plat lantai bergantung pada besarnya beban yang akan ditanggung ketika bangunan bisa di operasikan.

2.2 British Standard (BS)

Di dalam dunia pekerjaan konstruksi terdapat macam-macam standar perencanaan struktur salah satunya ialah British Standard. British Standad yang mengatur perencanaan struktur beton adalah *"Struktural Use of Concrete, Part 1:Code of practice for Design and Construction"* (BS 8110-1-1997). Sama juga seperti SNI, di dalam BS ini memberikan rekomendasi perencanaan, spesifikasi, pendetailan dan pekerjaan beton bertulang serta juga pembuatan beton prategang dalam lingkup perencanaan konstruksi bangunan

Perbedaan dari BS 8110-1-1997 dan SNI 03-2847-2002 dapat dilihat dari nilai faktor perkalian pembebanan serta juga rumus perhitungan perencanaan dan pendetailannya.

2.3 Teori Khusus

2.3.1 Pengertian Kolom

Menurut SNI 03-2847-2002 ,kolom ialah "komponen sturktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan."

Sedangkan penjelasan (Sudarmoko, 1996) "kolom merupakan batang tekan vertikal dari keseluruhan struktur yang menanggung beban diatasnya yakni balok.

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

Kolom adalah bagian dari struktur tekan yang paling penting atau utama pada keseluruhan bangunan, yang mana keruntuhan pada struktur kolom ialah bagian yang paling kritis yang bisa mengakibatkan keruntuhan lantai yang berikatan dan runtuh total pada keseluruhan struktur".

2.3.2 Jenis – Jenis Kolom

Pada buku struktur beton bertulang (Dipohusodo, 1994), "ada tiga jenis kolom bertulang, yaitu:

1. Kolom menggunakan pengikat spiral

   Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang ialah tulangan spiral yang dililitkan di keliling sehingga membentuk heliks menerus sepanjang kolom. Guna dari tulangan spiral ialah memberikan kemampuan kolom untuk menyerap deformasi yang cukup besar sebelum mengalami keruntuhan, sehingga mampu menghindari terjadinya keruntuhan seleuruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.
2. Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral

   Pada kolom jenis ini ialah kolom beton bertulang pada batangan penulangan pokok memanjang, yang jarak pada ruang tertentu diikat menggunakan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berguna untuk menahan tulangan pokok memanjang sehingga membuatnya kokoh.
3. Struktur kolom komposit

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

Kolom ini adalah bagian dari struktur tekan yang arah memanjang di perkuat dengan gelagar baja profil yang diberi maupun tidak memakai tulangan utama memanjang.

2.3.3 Syarat Perencanaan Kolom

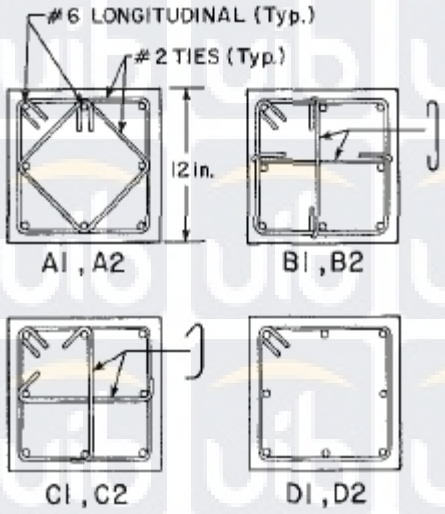
Adapun standar SNI-03-2847-2002 terdiri dari 4(empat) syarat dalam perencanaan kolom, yaitu sebagai berikut:

1. Pada konstruksi rangka, adanya pengaruh yang berasal tidak seimbangnya beban terhadap plati atau kuda-kuda atap pada kolom luar dan didalam perlunya dilakukan perhitungan serta perlu juga diperhitungkan pengaruh dari beban eksentris karena sebab lainnya.
2. Kolom yang akan direncakan berfungsi untuk menanggung beban terfaktor gaya aksial yang pembebannya bersumber dari atap maupun lantai serta dapat menanggung moment maksimum yang akan menghasilkan nilai rasio maksimum yang berasal pada setiap momen beban aksial yang diperhitungkan.
3. Didalam perhitungan momen yang diakibatkan adanya beban gravitasi yang bekerja pada kolom, ujung-ujung yang terjauh pada kolom bisa kita anggap jepit, selama ujung-ujung kolom menyatu dengan komponen struktur lainnya.
4. Momen yang bekerja pada setiap level lantai harus di transfer pada kolom di atas maupun dibawah lantai tersebut yang berdasarkan kekauan relative kolom dengan juga memperhatikan kondisi kekangan pada ujung kolom.

Adapun persyaratan penulangan longitudinal kolom yaitu:

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

- Jumlah tulangan yang berada didalam sengkang setidaknya ada empat batang
- Jarak pada antar tulangan yang diikat pada sengkang maksimal 150mm.
- Jarak antar tulangan minimal sebesar 1,5db atau 40mm
- Luasan tulang dibatasi minimal sebesar 0,01 atau maksimalnya sebesar 0,08 yang dikali dengan luas bruto penampang Ag.



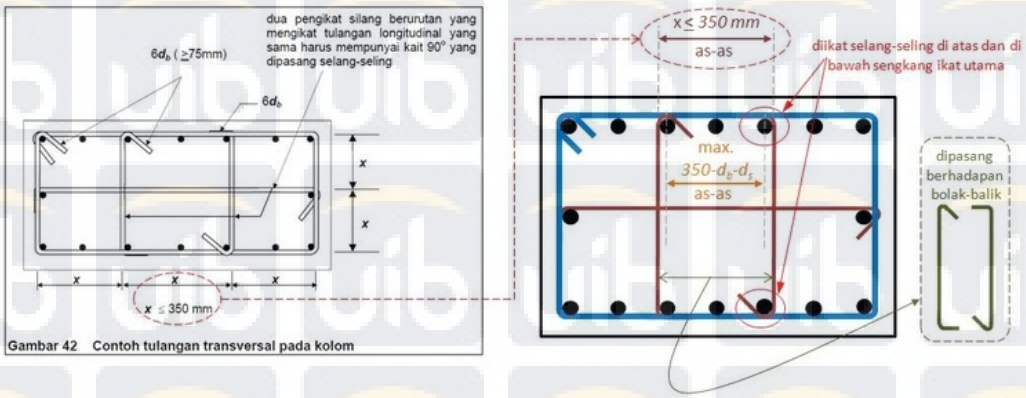
Gambar 2.2 Detail Penulangan Longitudinal Kolom

Adapun persyaratan penulangan lateral harus direncanakan dengan tulangan sengkang pengikat yaitu:

- Untuk perencanaan tulangan longitudinal yang lebih kecil dari D32 minimal memakai tulangan D10, sedangkan pada perencanaan tulangan D36, D44, D56, serta gabungan tulangan minimal memakai tulangan D13.
- Jik balok yang berada di ke empat sisi kolom, maka sengkang diperbolehkan berhenti di lokasi dengan maksimal 75mm.

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

- Jarak antar tulangan sengkang maksima 16 kali dari diameter tulangan longitudinal. 48 kali dari diameter tulangan sengkang, atau juga dari ukuran dimensi kolom paling kecil.



Gambar 2.3 Penulangan Transversal pada kolom,

sumber: https://lauwtjunnji.weebly.com/jarak-tulangan-utama.html

2.3.4 Faktor Keamanan Pada Kolom

Pada niilai faktor keamanan untuk perancangan sebuah kolom sangat kecil dibanding dengan nilai faktor keamanan balok lentur dan geser, yang mana pada balok adalah 0.9 untuk lentur dan untuk geser sebesar 0.85, sedangkan faktor kemanan untuk kolom sengkang persegi ialah 0.7 dan kolom sengkang spiral sebesar 0.75.

Perlu juga untuk review pada kuat perlu dari struktur ketika dibebani dengan macam jenis beban, yang mana beban bekerja pada struktur bangunan dikalikan dengan faktor beban yaitu :

1. Kuat perlu untuk beban mati, beban hidup L, beban atap A atau Hujan R

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

U=1,2D + 1,6 L = ……

U=1,4D + 1,7 L = ……

2. Apabila terdapat beban angin W harus diperhitungkan

U=1,2D + 1,0 L ± 1,6 W + 0,5 = ……

Notasi:

D : Beban Mati

L : Beban Hidup

W: Beban Angin

2.3.5 Hitung Kapasitas Beban Aksial

Kolom Sengkang Persegi

$$\phi P_n(\max) = 0.80\phi\left[0.85 f_c^{'}\left(A_g - A_{st}\right) + f_y A_{st}\right]$$

= ……

Notasi :

fc' : Kekuatan tekan beton/mutu Beton (MPa)

fy : Kuat leleh baja yang disyaratkan (Mpa)

Ag : Luas penampang bruto

Ast : Luas total baja tulangan

2.3.6 Analisis Kolom

Perencanan struktur kolom diperlukan analisis terhadap tegangan-tegangan yang terjadi, yaitu:

1. Tekuk Lateral

Kolom yang dipengaruhi beban dari struktur kolom sendiri dan beban luar bias mengakibatkan terjadinya tekuk lateral serta juga megalami terjadinya

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

keruntuhan struktur sebelum. Tidaknya stabil pada arah tegak lurus bidangnya di atas kolom dan kekakuan struktur kolom yang cukup kuat akan terjadinya tekuk lateral pada kolom tersebut.

2. Tegangan Geser

   Tegangan geser ialah gaya geser dari luar yang terdiri dari gaya beban yang memikul dari struktur kolom serta gaya dari dalam pada tegangan geser yang berupa aksi dari kekuatan struktur kolom tersebut untuk menahan gaya luar.

3. Defleksi

   Defleksi pada bentangan kolom disebabkan karena adanya lendutan kolom yang diakbatkan beban terjadi. Defleksi yang terdapat pada suatu titik tergantung pada beban, panjang bentang kolom, dan berbanding terbalik dengan kekuan kolom.

2.4 Sistem Kontrak

Pada jenis kontrak di proyek Puri Khayangan adalah dokumen keseluruhannya yang mengatur hukum proyek antara owner dan kontraktor dalam proyek pembangunan Apartemen Puri Khayangan menggunakan jenis Kontrak Biaya Menyeluruh *(Lump Sump Contractor)* yang mana proses pekerjaannya dalam jangka waktu dan biaya yang sudah ditentukan.

Di dalam dunia konstruksi, perjanjian pada kedua pihak yaitu *owner* dan kontraktor selali diikat dengan kontrak kerja. Adapun jenis-jenis kontrak proyek konstruksi ialah:

a. Kontrak Biaya Plus Jasa *(Cost Plus Fee Contract)*

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019

Kontrak ini merupakan pihak kontraktor yang akan menerima pembayaran dari pengeluarannya. Serta ditambah dengan biaya keuntungan dan biaya *overhead*. Besarnya nilai biaya kedua tersebut dapat dihitung dari presentase pengeluaran kontraktor tersebut. Pada umumnya jenis kontrak ini digunakan pada proyek yang dikerjakan dalam waktu singkat yang mana perencanaan serta spesifikasinya masih belum bisa diselesaikan.

b. Kontrak Harga Satuan *(Unit Price Contract)*

Kontrak ini merupkan kontraktor yang menentukan harga satuan dalam pelaksanaan proyek yang meliputi semua biaya jenis keseluruhan yang dikeluarkan yakni biaya keuntungan dan *overhead*. Biasanya kontrak ini digunakan jika nilai kuantitasnya actual dan semua jenis pekerjaan mengalami kesulitan di estimasi yang akurat sebelum pekerjaan di laksanakan.

c. Kontrak Biaya Menyeluruh *(Lump Sump Contract)*

Pada kontrak ini, pihak *owner* dan kontraktor proses penyelesaian proyek sesuai dengan rencana biaya ditentukan. Jenis kontrak ini di gunakan jika proses perencanaan telah benar-benar diselesaikan, yang mana pihak kontraktor dapat melakukan estimasi yang akurat. Pada umumnya pihak *owner* yang memiiki nilai anggaran sangat terbatas menggunakan kontrak ini karena merupakan alternatif jenis kontrak yang bisa memberikan dengan jumlah biaya yang pasti untuk dikeluarkan.

Alif AlFarisi. Analisis Perencanaan Struktur Kolom Pada Proyek Apartemen Puri Khayangan, 2019
UIB Repository©2019