

Wilayah tersebut dekat dengan pusat wisata dan juga objek perbelanjaan. Pada lokasi yang direncanakan. Bagian timur dari tanah ini merupakan jalan masuk dari perumahan Parama Panderman Hill dan bagian selatan berbatasan langsung dengan permukiman warga.

2.2 Kondisi Eksisting

Perumahan Parama Panderman Hill merupakan produk dari PT. Parama Wiguna Yasa. Dan saat ini dalam proses pembangunan cluster Main Gate yang dipegang oleh anak perusahaan Parama yaitu PT. Parama Mitra Property. Sebelum dibangun Cluster Main Gate, Lahan tersebut digunakan sebagai lahan pertanian dan perkebunan yang akhirnya menjalin kerja sama dengan Perumahan Parama Panderman Hill dan dibuatlah PT. Parama Mitra Property.



Gambar 2. 3 Lahan Main Gate Tahun 2022

Sumber: Google Maps, 2022



Gambar 2. 4 Lahan Main Gate Tahun 2024

Sumber: Google Maps, 2024



Gambar 2. 5 Kontur Area Parama Panderman Hill

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025

Perumahan Parama Panderman Hill berada di lereng gunung Panderman, menawarkan panorama yang menawan serta udara yang dingin yang mana lokasi tersebut berada diatas gunung dan jauh dari perkotaan. Parama Panderman Hill terletak di Jl. Sirsat, Oro Oro Ombo, Kecamatan Batu, Kota Batu , Jawa Timur. Setiap tipe rumah dirancang dengan perbedaan elevasi sekitar ± 30 cm untuk menyesuaikan dengan kontur tanah sekaligus memberikan ciri khas unik pada masing-masing kavling.



Gambar 2. 6 Peta Lokasi Parama Panderman Hill

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025

Perumahan Parama Panderman Hill merupakan perumahan yang memiliki konsep Villa sehingga pembeli/penghuni ketika telah membeli unit dapat menyewakan unit nya. Hal ini disebabkan Kota Batu merupakan kawasan pariwisata yang ramai dengan wisatawan yang datang dari luar kota, sehingga perumahan Parama Panderman Hill memiliki nilai investasi baik bagi developer maupun penghuni. Developer juga menyediakan pengelola villa sehingga penghuni tidak harus selalu berada di unit miliknya karena telah di kelola oleh developer dan divisi pengelola tersebut adalah Lapila.



Gambar 2. 7 Facade Cluster Main Gate

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025



Gambar 2. 8 Masterplan Parama Panderman Hill

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025

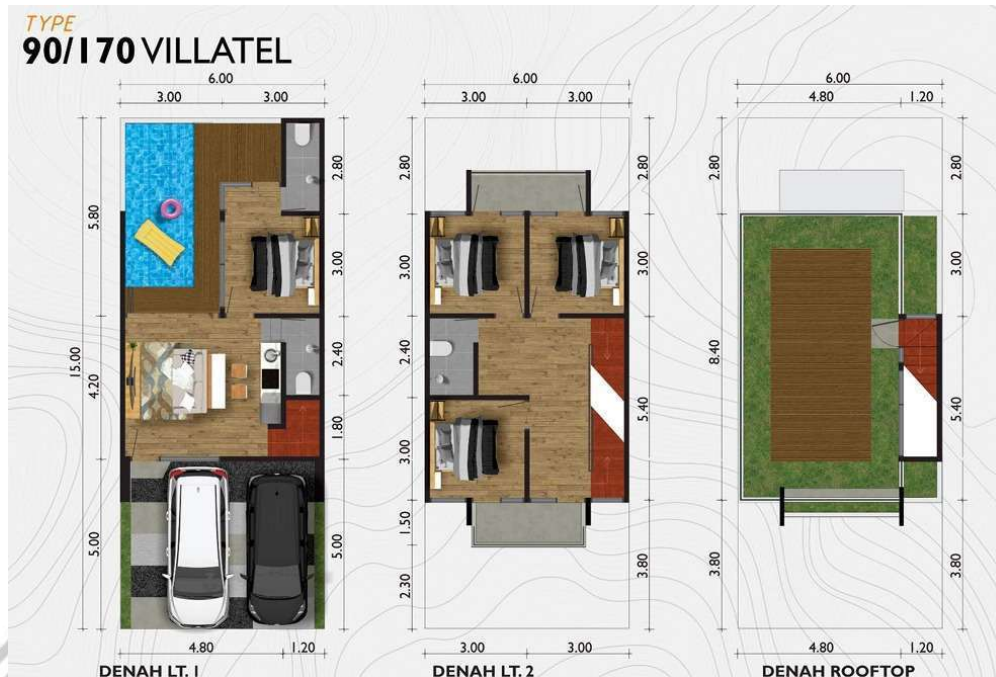
Saat ini unit pada Cluster Main Gate telah terjual sebanyak 6 unit dari total 16 unit. Pada Cluster Main Gate terdapat beberapa Type Villa dengan skema pembayaran yang dapat dilakukan dengan cash dan KPR, selain itu Villa pada perumahan Paraman Panderman Hill Cluster Main Gate menggunakan Spesifikasi yang berkualitas sehingga unit dapat terlihat lebih estetik dan elegan yang dapat menarik minat pembeli.

SPESIFIKASI BANGUNAN

STRUKTUR	BETON BERTULANG
DINDING	BATA MERAH
PLESTER-ACI	FULL PC
CAT DINDING	CATYLAC
FINISHING FASADE	BETON EKSPOSE INDUSTRIAL
LANTAI UTAMA	WOODEN ACP PANEL
KERAMIK KAMAR MANDI	TACO VYNIL PLANK
PLAFOND DALAM	ROMAN
PLAFOND LUAR	GYPSUMBOARD
PENUTUP ATAP	WOOD PVC
RANGKA PLAFOND	DAK BETON WATERPOOF
KUSEN	GALVALUM
DAUN PINTU	ALUMINIUM
ASESORIS PINTU & JENDELA	MULTIPLEK-HPL
RAILING TANGGA & BALKON	DEKSON
CLOSET & WASTAFEL	BESI HOLLOW & BESI + KACA
FAUCET	TOTO
SUMBER AIR	WASSER
INSTALASI AIR	PDAM
DAYA LISTRIK	PANAS & DINGIN
LAMPU	2200 VA
ARMATURE	PHILIPS LED
	PANASONIC

Gambar 2. 9 Spesifikasi Bangunan Yang Digunakan

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025



Gambar 2. 10 Denah Bangunan

Sumber: Hasil Perencanaan, 2025

TYPE	HARGA	PEMBAYARAN 1	PEMBAYARAN 2	PEMBAYARAN 3	PEMBAYARAN 4
		BULAN KE - 1	BULAN KE - 4	BULAN KE - 8	BULAN KE - 12
COMPACT (67/122)	1.150.000.000	345.000.000	345.000.000	345.000.000	115.000.000
COZY (75/132)	1.300.000.000	390.000.000	390.000.000	390.000.000	130.000.000
VILLATEL 1 (90/170)	1.675.000.000	502.500.000	502.500.000	502.500.000	167.500.000
VILLATEL 2 (85/165)	1.625.000.000	487.500.000	487.500.000	487.500.000	162.500.000
VILLATEL HOOK (123/190)	2.300.000.000	690.000.000	690.000.000	690.000.000	230.000.000

Gambar 2. 11 Pricelist Cluster Main Gate

Sumber: Perencanaan 2025

Perumahan ini memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena berada disekitar tempat pariwisata seperti BNS, Jatim Park, Alun-Alun Batu, Batu Ekonomis Park, Predator Fun Park, Selecta, Paralayang, Santera dan sebagainya. Sehingga perumahan ini cocok untuk wisatawan yang ingin menyewa villa sebagai tempat huni sementara.



Gambar 2. 12 Visualisasi Cluster Main Gate

Sumber. Perencanaan, 2025

Pada Perumahan Parama Panderman Hill memiliki fasum yang terdiri dari pos jaga, Lampu jalan, paving blok yang memiliki beberapa motif dengan row jalan 8 m, dan juga pohon yang terdapat pada setiap kavling agar lingkungan perumahan terlihat sejuk.

Tabel 2. 1 Biaya Perolehan Lahan

A BIAJA PEROLEHAN LAHAN					
No	Biaya	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
A.1. Pembelian lahan					
1	Nilai Lahan keseluruhan	2,512	m2	2,100,000	5,275,200,000
2	Kompensasi dll	1	ls	-	-
3	Nilai Fee Mediator (perantara)	2.50%	LS	5,275,200,000	131,880,000
Sub Total A.1					5,407,080,000
A.2. Legal Pembelian Lahan					
1	Pengecekan Sertifikat	1	surat	1,000,000	1,000,000
2	Akta PKS	1	ls	5,000,000	5,000,000
3	Akta Kuasa Menjual	1	ls	5,000,000	5,000,000
4	Akta Kuasa Membangun	1	ls	5,000,000	5,000,000
5	Akta Kuasa Mengurus	1	ls	5,000,000	5,000,000
6	Akta Kuasa Memecahkan Sertipikat	1	ls	5,000,000	5,000,000
7	Dokumen lain-lain (jika ada)	1	ls	5,000,000	5,000,000
Sub Total A.2					31,000,000
A.3. Sertifikasi Lahan					
1	Biaya Pengukuran Lahan & Kontur	2,512	m2	3,000	7,536,000
2	Biaya Pengukuran Lahan & Kavling	2,512	m2	3,000	7,536,000
3	Biaya lain-lain (jika ada)	1	ls	5,000,000	5,000,000
Sub Total A.3					20,072,000
A.4. Pajak Pajak					
1	PBB tahun kedepan	2	tahun	2,000,000	4,000,000
2	BPHTB	5%	ls	12,560,000,000	-
3	Pajak lain-lain (jika ada)	1	-	-	-
Sub Total A.4					4,000,000
TOTAL (A)					5,462,152,000

Sumber. Perencanaan, 2025

Tabel 2. 2 Biaya Perizinan

B BIAJA PERIZINAN					
No	Biaya	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
B.1. Biaya Perizinan					
1	Pembuatan Legal Perusahaan (PT)	1	ls	15,000,000	15,000,000
2	Rekomendasi / Sosialisasi Warga	16	ls	1,000,000	16,000,000
	Rekomendasi Lurah / Kecamatan	1	ls	10,000,000	-
3	Izin Tanah Makam	50.24	m2	1,750,000	87,920,000
4	Izin Siteplan, Peil banjir, lalin dll (14 Instansi)	2,512	m2	30,000	75,360,000
5	Peningkatan Girik Ke SHM	2,512	m2	21,000	-
6	Penurunan Hak / Pelepasan Hak	2	ls	5,000,000	10,000,000
7	IMB Induk	1	ls	5,000,000	-
8	Desain Arsitek	2,512	ls	20,000	50,240,000
9	Desain Sipil	1	ls	5,000,000	-
10	Lain lain	1	Unit	10,000,000	10,000,000
TOTAL (B)					264,520,000

Sumber. Perencanaan, 2025

Tabel 2. 3 Biaya Pematangan Lahan

C BIAYA PEMATANGAN LAHAN					
No	Biaya	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
C.1. Infrastruktur					
1	Pembersihan lahan (rumput, akar pohon, dll)	2.548	m2	1.000	
2	Cut and Fill (pembentukan badan jalan & kavling)	2.548	m2	5.000	12.740.000
3	Penimbunan	302	m3	50.000	15.075.000
	Pagar Sementara	97	m1	250.000	24.250.000
Sub Total C.1					Rp 187.065.000

Sumber: Perencanaan, 2025

Tabel 2. 4 Biaya Produksi Rumah & Pembebanan Per Unit

D BIAYA PRODUKSI RUMAH					
No	Biaya	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	COMPACT	1	unit	Rp 502,662,812.00	502,662,812
	Interior Type A	1	unit	65,000,000	65,000,000
2	COZY	1	unit	Rp 609,099,500.00	609,099,500
	Interior type B	1	unit	75,000,000	75,000,000
3	VILLATEL	12	unit	Rp 801,594,674.00	9,619,136,088
	Interior type C	12	unit	85,000,000	1,020,000,000
4	VILLATEL HOOK	2	unit	Rp 1,138,300,636.00	2,276,601,272
	Interior Type E	2	unit	100,000,000	200,000,000
TOTAL (D)					14,367,499,672
E BIAYA PEMBEBANAN PER UNIT					Total Unit : 16
Pembebanan Per Unit					Total Rumah : 16
No	Biaya	Volume	Satuan	Harga Satuan	Total
1	Biaya Pecah SHM	16	Unit	5,000,000	80,000,000
2	Biaya IMB kavling (incl. Retribusinya)	16	Unit	7,000,000	112,000,000
3	Biaya Sambung Listrik (PLN)	16	Unit	-	-
3	Biaya Sambung Air Bersih (incl. Pompa)	16	Unit	-	-
4	Biaya Pemasangan Internet	16	Unit	-	-
5	Biaya Toren Air	16	Unit	-	-
6	Biaya Pembuatan Taman Halaman Depan	16	Unit	-	-
7	Biaya Maintenance (sebelum STB)	16	Unit	-	-
TOTAL (E)					192,000,000

Sumber: Perencanaan, 2025

Tabel 2. 5 RAB Pembangunan

No	Biaya	TOTAL
1	BIAYA PEROLEHAN LAHAN	Rp 5,407,080,000.00
2	BIAYA PERIZINAN	Rp 264,520,000.00
3	BIAYA PEMATANGAN LAHAN	Rp 1,857,137,078.79
4	BIAYA PRODUKSI RUMAH	Rp 14,367,499,672.00
5	BIAYA PEMBEBANAN PER UNIT	Rp 192,000,000.00
	TOTAL PENGELUARAN	Rp 22,088,236,750.79

Sumber: Perencanaan, 2025

Tabel 2. 6 Pembiayaan Fasum

FASUM	
Saluran Drainase	Rp 266.486.488,00
Paving Jalan	Rp 314.235.974,00
Pos Jaga	Rp 100.000.000,00
Pohon Peneduh	Rp 15.000.000,00
Rumputisasi Taman	Rp 15.600.000,00
Tiang PLN dan kabel SR	Rp 15.000.000,00
Merk Perumahan	Rp 35.000.000,00
TOTAL	Rp 761.322.462,00

Sumber: Perencanaan, 2025

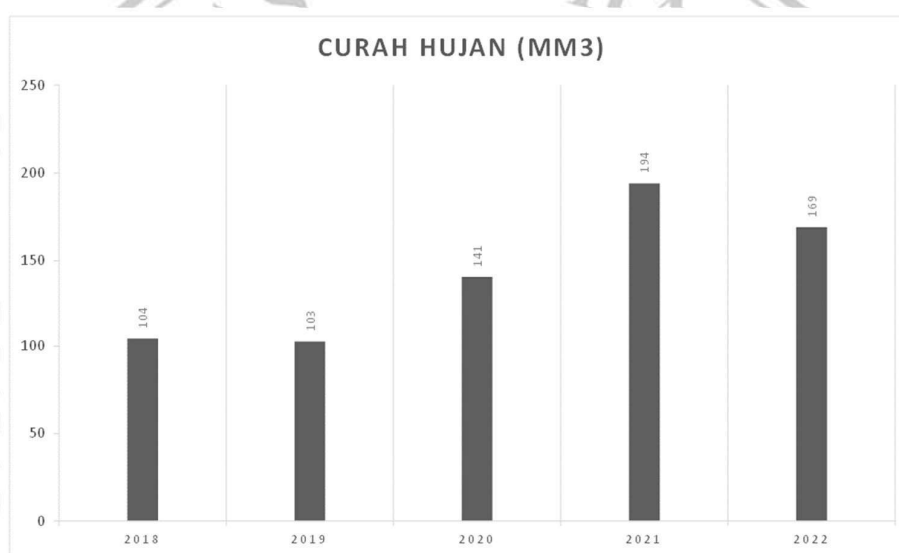
2.3 Kondisi Topografi

Secara geografis, Kota Batu berada di antara 7°44'–8°26' Lintang Selatan dan 122°17'–122°57' Bujur Timur, dengan ketinggian lahan yang berkisar antara 700 meter sampai 1.700 meter dari permukaan laut. Secara geografis, kota ini terletak di lereng dan kaki pegunungan, di mana bagian utara dan barat didominasi oleh wilayah berbukit dan bergelombang, sementara kawasan selatan dan timur cenderung lebih datar. Kota Batu dikelilingi oleh sejumlah gunung, antara lain Gunung Arjuna, Gunung Panderman, Gunung Anjasmoro, Gunung Banyak, Gunung Kaw, Gunung Semeru, Gunung Welirang, serta Gunung Wukir. Selain itu, wilayah administratif Kota Batu juga berbatasan langsung dengan beberapa kecamatan di sekitarnya.

- Sebagian utara Kota Batu berbatasan dengan kawasan Kecamatan Prigen yang berada dalam administrasi Kabupaten Mojokerto.
- Di sebelah selatan, Kota Batu memiliki batas wilayah dengan Kecamatan Dau dan Kecamatan Wagir, keduanya merupakan bagian dari Kabupaten Malang.
- Sementara itu, di sisi timur, Kota Batu berbatasan dengan Kecamatan Karang Ploso dan Kecamatan Dau, yang juga merupakan bagian dari Kabupaten Malang.
- Adapun di sebelah barat, Kota Batu berbatasan langsung dengan Kecamatan Pujon yang terletak di Kabupaten Malang.

2.4 Kondisi Hidrologi dan Klimatologi

Secara administratif, Kota Batu termasuk dalam Provinsi Jawa Timur, Indonesia, memiliki kondisi hidrologi dan klimatologi yang dipengaruhi oleh posisinya di kawasan pegunungan, dengan ketinggian elevasi yaitu 700 - 1.700 MDPL. Daerah ini dikelilingi oleh gunung-gunung seperti Gunung Arjuno, Gunung Panderman, dan Gunung Welirang, yang berperan penting dalam menentukan pola curah hujan dan aliran air di kawasan tersebut. Kota Batu dikenal memiliki curah hujan yang cukup tinggi, dengan musim hujan yang umumnya terjadi dari bulan November sampai April.



Grafik 2.1 Data Curah hujan Kota Batu

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Batu Tahun 2018-2022

2.5 Kondisi Demografi

Kota ini dikenal sebagai kota pariwisata dengan pesona alam yang memikat, udara yang sejuk, serta beragam destinasi rekreasi populer. Berjarak sekitar 15 km dari Kota Malang, Batu merupakan salah satu tujuan utama bagi pengunjung dalam atau luar negeri. Kota ini terkenal sebagai destinasi wisata dengan berbagai tempat rekreasi dan objek wisata terkenal.

Selain wisata modern, Kota Batu juga menawarkan pesona wisata alam yang menarik, seperti air terjun Coban Rondo, Gunung Banyak yang populer untuk paralayang, serta Kebun Apel yang menjadi ikon kota tersebut. Pengunjung yang

datang berasal tidak hanya dari Kota Batu, melainkan juga dari berbagai daerah lainnya bahkan negara lain.

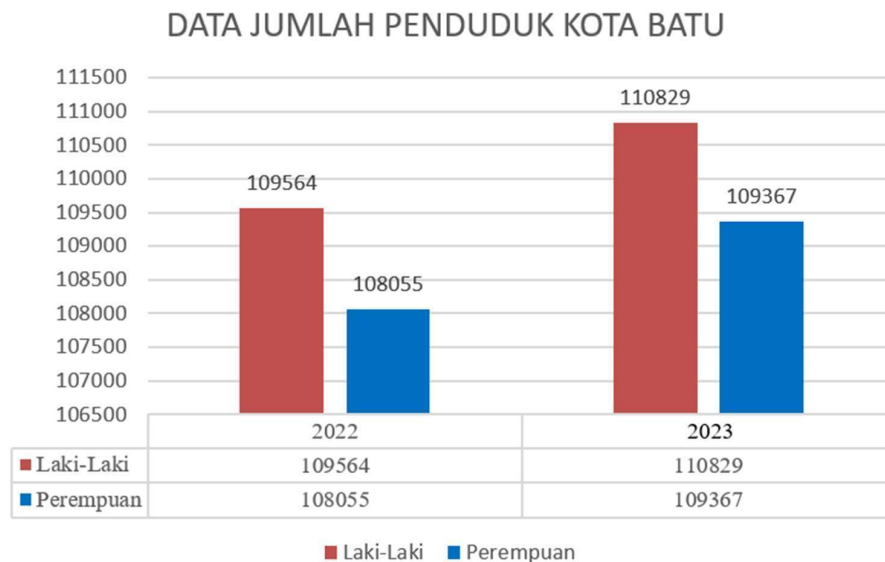


Grafik 2. 2 Data Wisatawan Kota Batu

Sumber : MalangRaya.co

Jumlah penduduk Kota Batu terus bertambah setiap tahunnya, yang membawa dampak baik dan buruk. Di sisi negatif, peningkatan jumlah penduduk menyebabkan kepadatan yang lebih tinggi di kota ini. Namun, di sisi positif, pertumbuhan penduduk tersebut turut mendorong peningkatan tingkat perekonomian Kota Batu. Meningkatnya jumlah penduduk disebabkan oleh:

- Daya Tarik Pariwisata
- Pertumbuhan Ekonomi yang Pesat
- Iklim dan Lingkungan yang Nyaman
- Perkembangan Infrastruktur
- Ketersediaan Fasilitas Pendidikan dan Kesehatan
- Harga Lahan yang Kompetitif
- Minat untuk Usaha Pertanian dan Agrowisata
- Dekat dengan Kota Malang



Grafik 2. 3 Data Jumlah Penduduk Kota Batu

Sumber : Badan Pusat Statistik Kota Batu 2022-2023

2.6 Tinjauan Pustaka

2.6.1 Distribusi Air Bersih

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, sebab tanpa adanya air. Sebanyak 65% dari tubuh manusia merupakan air. Bumi menyimpan air dalam jumlah sangat besar, sekitar $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$, yang tersebar di perairan seperti samudra, laut, sungai, danau, gunung es, dan area lainnya. Tapi, Sekitar 3% dari seluruh jumlah air tersebut adalah air tawar yang ditemukan di sungai, danau, serta dalam bentuk air tanah. Mengingat pentingnya air bersih, sektor penyediaan air bersih memang layak menjadi prioritas utama karena berkaitan dengan kesejahteraan banyak orang. (Banyumanik Perumnas Banyumanik, n.d.).

Drainase adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengalirkan, mengendalikan, serta menghilangkan kelebihan air dari suatu wilayah agar mencegah terjadinya genangan yang dapat merusak lingkungan dan infrastruktur. Menurut Ir. Adiwijaya, PhD, sistem drainase terdiri dari rangkaian konstruksi air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau mengalirkan kelebihan air dari suatu Akses menuju badan air seperti sungai dan danau serta area resapan buatan

memerlukan perhatian khusus. Beberapa aspek krusial perlu diperhatikan selama pelaksanaannya.

2.6.2 Struktur Drainase

Adalah sistem yang direncanakan untuk mengalirkan, mengatur, dan mengeluarkan air dari satu area guna mencegah terjadinya genangan yang dapat merusak lingkungan serta infrastruktur. Menurut Ir. Adiwijaya, PhD, sistem drainase terdiri dari serangkaian konstruksi air yang memiliki fungsi untuk mengalirkan air berlebih dari suatu wilayah menuju sungai dan danau, atau ke tempat peresapan buatan. Terdapat beberapa aspek penting dalam sistem drainase yang harus diperhatikan: (*66dbb_Perencanaan_Drainase_Permukaan_Jalan*, n.d.)

1. Jenis-Jenis Drainase

1. Drainase Alamiah : Sistem Sistem pembuangan air yang memanfaatkan bentuk dan kondisi alami tanah, seperti sungai dan rawa-rawa, untuk mengalirkan kelebihan air.
2. Drainase Buatan : Sistem drainase yang dibuat oleh manusia guna mengendalikan aliran air, contohnya saluran terbuka, saluran tertutup, serta gorong-gorong.
3. Drainase Permukaan (*Surface Drainage*) : Sistem yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan langsung dari permukaan tanah atau jalan agar tidak terjadi genangan.
4. Drainase Bawah Permukaan (*Subsurface Drainage*) : Sistem yang dirancang untuk mengalirkan air tanah yang berada di bawah permukaan tanah guna mengurangi kelembaban berlebih.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Drainase :

1. Curah Hujan : Data curah hujan sangat penting untuk menentukan besarnya debit aliran air yang harus dialirkan oleh saluran drainase.
2. Topografi dan Kemiringan Lahan : Kondisi medan dan kemiringan tanah akan mempengaruhi kecepatan serta jalur aliran air menuju titik pembuangan.

3. Jenis Tanah : Tanah Tanah yang memiliki kemampuan menyerap air tinggi dapat mengurangi jumlah air limpasan di permukaan.
4. Kapasitas Saluran : Kapasitas saluran drainase harus dirancang supaya dapat menampung dan mengalirkan air dengan efektif tanpa menyebabkan genangan.
5. Penggunaan Lahan : Kawasan perkotaan, yang memiliki banyak permukaan kedap air, memerlukan sistem drainase yang lebih rumit dibandingkan dengan wilayah perdesaan yang lebih permeabel.

3. Metode Perencanaan Drainase

Perencanaan saluran drainase umumnya menggunakan pendekatan hidrologi dan hidrolika. Beberapa metode yang sering digunakan meliputi:

1. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

2. Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{x}$$

3. Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2).s^3}$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3).s^4}$$

Menghitung debit limpasan Q_L menggunakan metode Rasional: Digunakan untuk menentukan debit air hujan menggunakan rumus:

$$Q_L = 0,278 \times C \times I \times A$$

Menentukan dimensi saluran yang digunakan

$$v = \left(\frac{1}{nd}\right) \times \left(\frac{D_{pakai}^2}{4}\right) \times \left(So^{\frac{1}{2}}\right)$$

$$Q = v \times A$$

$$Q_L = 0,12 \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$$

4. Standar dan Regulasi Drainase

Perencanaan saluran drainase harus mengacu pada standar dan regulasi yang berlaku, seperti:

1. SNI 03-3241-1994: Tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan.
2. Peraturan Menteri PUPR No. 12 Tahun 2014: Mengenai pengelolaan drainase perkotaan.
3. Pedoman Perencanaan Drainase Permukiman: Mengatur prinsip-prinsip perancangan sistem drainase di kawasan permukiman.

2.6.3 Struktur plat Atap & Lantai

Pelat lantai merupakan komponen penting dalam struktur bangunan, baik pada rumah tinggal maupun gedung perkantoran. Sebagai elemen utama yang menanggung beban seperti beban mati dan juga beban hidup, pelat lantai meneruskan beban tersebut ke sistem struktur lainnya. Berbeda dengan lantai yang terletak langsung di atas tanah, pelat lantai berfungsi sebagai pemisah antar tingkat dalam sebuah bangunan.

Analisa perencanaan struktur lantai dan atap beton harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam SNI-2847-2019 (*SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung-1*, n.d.). Beberapa persyaratan tersebut meliputi:

1. Pelat lantai wajib memiliki ketebalan minimal 12 cm, sedangkan pelat atap harus memiliki tebal paling sedikit 7 cm.
2. dipasang besi beton melintang dengan ukuran sekurang-kurangnya 8 mm, menggunakan baja lunak atau baja mutu sedang.
3. Jika plat lantai memiliki ketebalan melebihi 25 cm, maka wajib dilengkapi dengan besi beton berlapis ganda di sisi atas dan bawah.
4. Jarak antar besi beton utama yang selaras harus minimal 2,5 cm dan maksimal 20 cm, atau 2x ketebalan pelat—digunakan nilai yang lebih kecil.
5. Seluruh besi tulangan dalam pelat harus dilindungi oleh selimut beton dengan tebal minimal 1 cm guna mencegah kerusakan akibat karat, korosi, maupun api.

Kontrol kekakuan plat lantai dan atap :

$$a = \frac{As \times Fy}{0.85 \times fc' \times b}$$

$$Mn = As \times Fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$\phi Mn = 0.9 \times Mn$$

(berdasarkan SNI-2847-2019 (*SNI-2847-2019-Persyaratan-Beton-Struktural-Untuk-Bangunan-Gedung-1*, n.d.))

Syarat $Mu \leq \phi Mn$

Luas Tulangan Tarik

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

Luas Tulangan Susut

$$As = 0,0014 \times b \times h$$

Jarak Maksimal

$$\text{Jarak Max} = 3h$$

Dimana : h = tebal plat

Pemeriksaan Dpakai = h – selimut beton – $\frac{1}{2} \phi$ Tul.

Dimana : h = Tebal plat

Selimut beton = jarak dari permukaan luar beton ke permukaan luar tulangan terluar (mm)

ϕ Tulangan = diameter tulangan yang digunakan

Maka dpakai \geq drencana

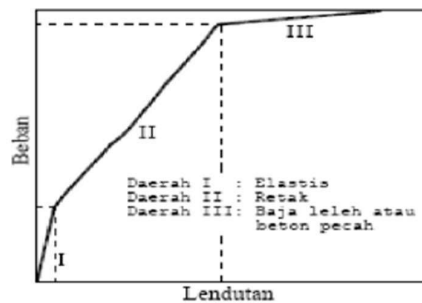
2.6.4 Struktur Sloof dan Balok

Balok beton merupakan elemen penting dalam sistem struktur bangunan karena berperan dalam menyalurkan momen ke kolom. Sebagai komponen utama yang mengalami lentur, balok beton harus mampu menahan gaya momen lentur dan gaya geser. Berdasarkan pendapat Prof. Widodo, beton memiliki sifat struktural yang dapat menyebabkan terjadinya lendutan jangka pendek maupun jangka panjang, terutama akibat beban permanen yang bekerja dalam jangka waktu lama.

Besar kecilnya lendutan pada balok beton ditentukan oleh kekakuannya, yang merupakan hasil perkalian dari modulus elastisitas beton (E_c) dan momen inersia penampang (I).

Pengendalian lendutan sangat penting demi menjaga kenyamanan penghuni dan keindahan estetika bangunan. SNI Beton 2013 menjelaskan bahwa meskipun beton mampu menahan tegangan tarik, balok beton tetap dapat retak karena momen lentur yang menyebabkan serat bawah balok teregang. Umumnya, keruntuhan balok terjadi akibat lentur, terutama bila perbandingan panjang bentang (L) terhadap tinggi balok (h) cukup besar. Namun, jika rasio L/h kecil, balok dikategorikan sebagai balok tinggi (*deep beam*) dan kegagalan akibat gaya geser lebih berpeluang terjadi.

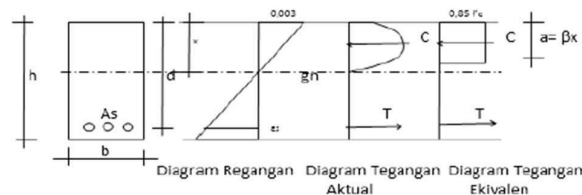
Karakteristik kegagalan balok beton bertulang dengan tumpuan 2 titik ini diilustrasikan melalui grafik yang menunjukkan Interaksi antara beban yang masuk dan defleksi yang muncul, seperti ilustrasi dibawah ini.



Gambar 2. 13 Keruntuhan Balok Beton Bertulang

Pada balok atau sloof beton bertulangan terdapat 2 jenis keruntuhan yaitu :

1. Keruntuhan Lentur



Gambar 2. 14 Tegangan regangan balok beton bertulang yang menerima momen positif

Berdasarkan ilustrasi tersebut dan untuk meringankan perencanaan oleh karena itu dipakai diagram tegangan persegi ekivalen.

Resultan Gaya tekan pada beton :

$$Q_L = 0,278 \times C \times I \times A$$

Resultan gaya tarik pada tulangan :

$$T = A_s \cdot f_y$$

Apabila jumlah besi beton dalam penampang balok beton bertulang masih berada di bawah batas seimbang (*under-reinforced*), maka kerusakan struktur karena momen lentur terjadi ketika besi beton tarik sudah mencapai tegangan lelehnya terlebih dahulu. Pada situasi ini, momen nominal yang menyebabkan keruntuhan lentur dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Dengan :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

2. Keruntuhan Geser

Pada tahap awal, beban geser pada balok beton sepenuhnya dipikul oleh beton. Namun, saat mulai muncul retak akibat geser-lentur, retakan tersebut berkembang sepanjang tulangan lentur, yang kemudian mengurangi kekuatan ikatan antara tulangan memanjang dan beton. Akibatnya, balok mulai berperilaku menyerupai busur yang bertumpu pada dua titik, hingga akhirnya gagal akibat tegangan tekan berlebih pada beton. Gaya geser nominal maksimum yang mampu ditahan oleh beton dinyatakan dengan rumus:

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{F'_c \cdot b \cdot w \cdot d}$$

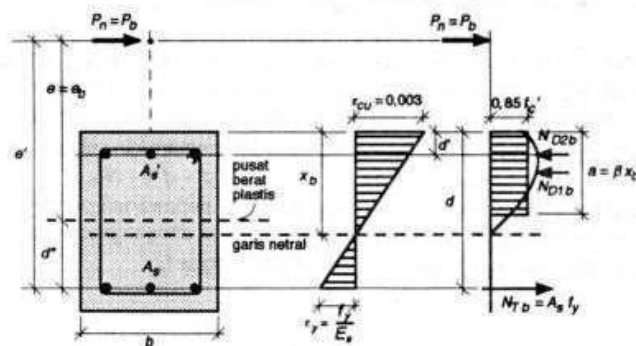
2.6.5 Struktur Kolom

adalah elemen vertikal dalam rangka struktur yang berguna menahan beban dari balok di atasnya. Beban tersebut kemudian diteruskan oleh kolom ke level dasar menuju ke fondasi dan tanah. Karena kolom bekerja sebagai elemen tekan, runtuhnya elemen kolom tunggal menjadi penting kritis yang berpotensi mengakibatkan kegagalan pada lantai terkait serta bisa berakibat pada keruntuhan

total seluruh struktur bangunan.(Ardiansyah et al., n.d.).

Jika sebuah kolom pendek dengan sengkang berbentuk persegi diberi beban hingga mengalami keruntuhan, sebagian beton pelindung di sekeliling tulangan akan mengalami gompal (mengelupas atau retak). Kecuali bila sengkang dipasang dengan jarak rapat, tulangan memanjang/longitudinal segera membengkok sesudah kehilangan dukungan lateral dari beton pelindung tersebut. Keruntuhan semacam ini sering terjadi secara mendadak, dan lebih umum dijumpai pada struktur yang menerima beban gempa. (McCormac, 2004).

Saat gaya yang diterima kolom meningkat, retakan mulai terbentuk sepanjang tinggi kolom, terutama di sekitar area yang dilengkapi dengan tulangan sengkang. Pada kondisi mendekati keruntuhan, selimut beton di luar tulangan sengkang/di luar tulangan melingkar (untuk kolom spiral) akan terlepas, sehingga tulangan longitudinal menjadi terbuka. Jika pembebanan berlanjut, maka keruntuhan terjadi melalui tekuk lokal pada tulangan memanjang di area yang tidak tertahan oleh sengkang atau spiral. Artinya, pada saat mencapai kondisi keruntuhan, biasanya selimut beton terlepas terlebih dahulu sebelum ikatan antara baja tulangan dan beton benar-benar hilang (Nawy, 1990).Asumsi perencanaan dalam kondisi ini didasarkan pada grafik berikut:



Gambar 2. 15 Tegangan Regangan Kolom Beton Bertulang

Mengacu pada gambar 3, serta guna mempermudah perhitungan, maka diasumsikan hal-hal berikut:

$$C1 = 0,85 f'c (Ag-Ast)$$

$$C2 = fy.As$$

$$C3 = fy.As'$$

$$\Sigma V = 0$$

$$P0 = C1+C2+C3$$

$$P0 = 0,85 f'c (Ag-Ast) + fy.As$$

$$\phi Pn \text{ maks} = 0,85\phi[0,85 f'c (Ag-Ast) + fy.As] \text{ untuk tulangan spiral}$$

$$\phi Pn \text{ maks} = 0,80\phi[0,85 f'c (Ag-Ast) + fy.As] \text{ untuk sengkang}$$

Untuk merencanakan kekakuan kolom, dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$K = 12 \frac{E.I}{H^2}$$

Modulus elastisitas beton dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$4700 \sqrt{f'c}$$

Persamaan berikut digunakan untuk menentukan inersia penampang persegi:

$$I = 1/12 b.h^3$$

1. Kolom beban eksentris

Apabila gaya tekan PPP bekerja tepat di sepanjang sumbu memanjang kolom tanpa adanya eksentrisitas, maka distribusi tegangan tekan akan merata di seluruh penampang melintang kolom. Namun, ketika gaya tersebut bekerja dengan jarak e dari sumbu memanjang kolom, maka akan timbul momen lentur sebesar $M = P \times e$. Jarak e inilah yang disebut sebagai eksentrisitas gaya. Kondisi ini menyebabkan distribusi tegangan tekan menjadi tidak merata—tegangan akan lebih besar pada satu sisi penampang kolom dibandingkan sisi lainnya.

Ketidakseimbangan distribusi tegangan tersebut mengindikasikan bahwa kolom tidak hanya mengalami gaya tekan, tetapi juga lenturan. Momen lentur ini menimbulkan gaya tekan pada salah satu sisi dan gaya tarik pada sisi seberangnya. Hal ini memperlihatkan bahwa perilaku kolom tidak lagi murni tekan, melainkan merupakan interaksi antara gaya tekan dan lentur akibat eksentrisitas beban.

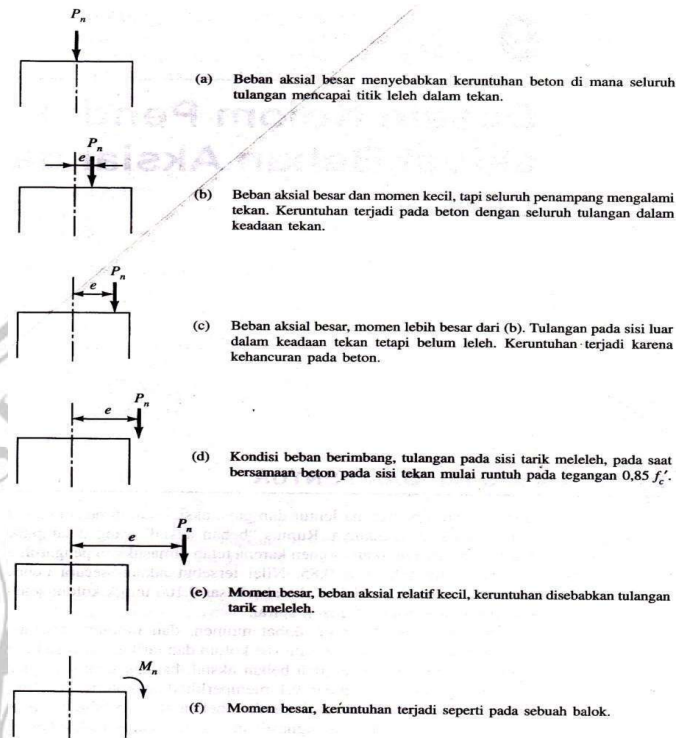
Pada Gambar 2.6 (sesuai referensi), diperlihatkan berbagai skenario pembebanan aksial P_nP_n dengan eksentrisitas yang berbeda-beda. Dimulai dari kondisi (a), di mana beban hampir sejajar dengan sumbu kolom sehingga momen lentur yang timbul sangat kecil, hingga ke kondisi (f) yang menunjukkan eksentrisitas sangat besar dan menghasilkan momen dominan. Dalam kondisi terakhir ini, pengaruh beban aksial menjadi semakin kecil dibandingkan momen lenturnya.

Setiap skenario eksentrisitas menunjukkan bagaimana distribusi tegangan dalam penampang kolom berubah serta bagaimana respons struktur terhadap beban tersebut. Keruntuhan kolom dianggap terjadi saat regangan tekan pada beton mencapai nilai maksimum sekitar 0,003 atau ketika tulangan baja mengalami tegangan tarik yang melampaui batas leleh f_y (McCormac, 2004).

- a) Pada kondisi beban aksial yang sangat tinggi, pengaruh momen lentur dapat diabaikan. Kolom mengalami keruntuhan karena beton tidak mampu menahan tekanan, dan seluruh tulangan di dalamnya berada dalam kondisi tekan hingga mengalami nilai tegangan maksimum.
- b) Dengan beban aksial yang tinggi namun disertai momen kecil, seluruh penampang kolom masih dalam kondisi tekan. Tegangan tidak merata, di mana satu sisi mengalami tekanan lebih besar. Ketika tegangan maksimum mencapai $0.85 F_c'$, keruntuhan terjadi karena beton hancur dan semua tulangan tetap dalam kondisi tekan.
- c) Ketika eksentrisitas meningkat dibanding kondisi sebelumnya, mulai muncul gaya tarik pada salah satu sisi penampang. Tulangan pada sisi tarik menahan gaya tarik yang belum mencapai tegangan leleh, sementara sisi lainnya menerima tekanan. Keruntuhan tetap disebabkan oleh kegagalan beton di sisi tekan.
- d) Dalam kondisi seimbang, tulangan pada sisi tarik mengalami trngangan maksimum secara bersamaan dengan beton di sisi tekan yang mengalami tegangan maksimum sebesar $0,85 f_c'$. Keadaan ini dikenal sebagai kondisi seimbang atau *balanced condition*.
- e) Pada saat momen lentur cukup besar dan beban aksial relatif rendah, keruntuhan terjadi karena tulangan tarik terlebih dahulu mencapai tegangan

leleh sebelum beton mengalami kehancuran.

- f) Jika momen sangat dominan, maka perilaku kolom menyerupai balok, dan keruntuhan terjadi dengan pola seperti kegagalan lentur pada balok biasa.



Gambar 2. 16 Kolom Mendapatkan Gaya dengan Eksentrisitas yang Terus Membesar (McCormac, 2004)

2. Jenis Kolom Berdasarkan Penguatannya

Menurut referensi lain dalam, terdapat beberapa macam kolom bertulang, yaitu:

1. Column menggunakan batang pengikat transversal

Kolom beton tipe ini dilengkapi dengan tulangan utama yang memanjang vertikal serta sengkang transversal yang dipasang secara berkala pada jarak tertentu di sepanjang elemen kolom.

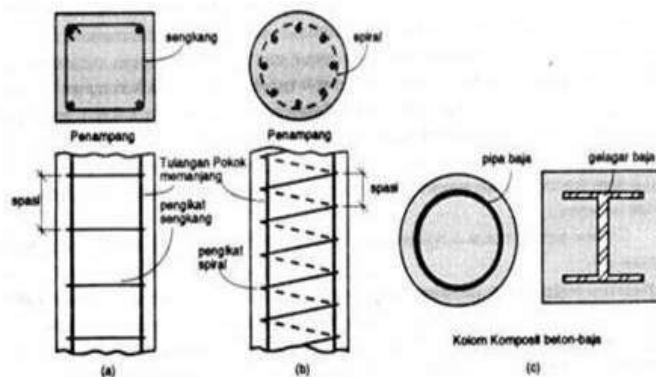
2. Kolom menggunakan penahan melingkar

Merupakan kolom yang menggunakan penahan melingkar memiliki tulangan utama tulangan longitudinal yang dibungkus secara melingkar membentuk heliks di sepanjang kolom. Penahan melingkar ini berfungsi memberikan kemampuan Kolom yang berfungsi meredam deformasi dalam jumlah yang signifikan sebelum kondisi bangunan mengalami keruntuhan, sehingga dapat mencegah redistribusi persebaran gaya momen dan tegangan di

seluruh elemen struktur menjelang kegagalan.

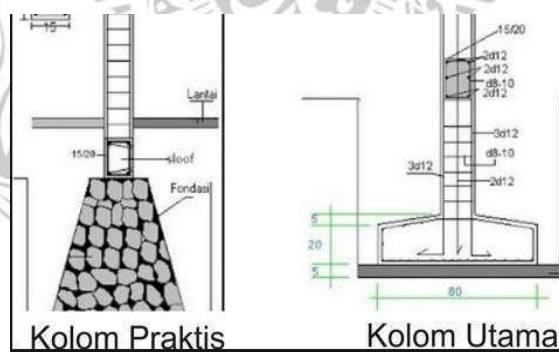
3. Struktur kolom komposit

Struktur kolom komposit adalah elemen struktur yang menahan tekanan secara memanjang, yang terdiri dari gelagar baja berbentuk profil atau pipa, dan bisa saja tidak dilengkapi dengan besi tulangan utama memanjang.



Gambar 2. 17 Jenis-jenis kolom

Di samping perbedaan pada jenis pengikat kolom, bangunan gedung juga menunjukkan keragaman bentuk kolom yang dapat dibedakan menjadi dua kategori utama, yaitu kolom struktural (utama) dan kolom non-struktural (praktis).



Gambar 2. 18 Kolom praktis dan Kolom Utama

3. Kolom utama

Berfungsi untuk menahan beban aksial utama dan meneruskannya ke pondasi. Sesuai dengan SNI-2847-2019, ini direncanakan untuk memikul beban aksial dari berbagai faktor pada bentang lantai atau atap, serta momen *ultimate* akibat gaya faktor pada bentang lantai atau atap yang bersebelahan. Selain itu, kondisi pembebanan yang menghasilkan Perbandingan antara momen *ultimate*

dan beban aksial juga harus diperhitungkan dan dianalisis secara cermat untuk memastikan kekuatan dan kestabilan kolom.

4. Kolom praktis

Kolom praktis merupakan elemen struktural beton bertulang yang dipasang di antara dinding, berfungsi mendukung kinerja kolom utama. Mengacu pada SNI 2847:2019 (Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung), kolom ini memiliki dimensi 15 cm × 15 cm, dilengkapi tulangan longitudinal berdiameter minimal 12 mm, serta menggunakan sengkang berdiameter 8 mm yang dipasang dengan jarak 10 cm. Fungsinya adalah sebagai penopang tambahan bagi dinding pasangan.

5. Persyaratan Peraturan Penulangan Kolom SNI-2847-2019

Mengacu pada standar penulangan kolom menurut SNI 2847 tahun 2019

1. Berdasarkan Pasal 9.3.2.2, nilai pengurangan kekuatan (ϕ) yang diaplikasikan untuk sengkang dengan bentuk persegi adalah 0,65, dan 0,75 untuk pengikat melingkar.
2. Sesuai ketentuan Pasal 10.9.1, tulangan memanjang pada kolom wajib memiliki persentase antara 1% hingga 8% dari luas penampang keseluruhan.
3. Sesuai Pasal 10.9.2, jumlah minimum tulangan memanjang yang harus dipasang adalah 4 batang untuk kolom dengan bentuk sengkang persegi maupun lingkaran, 3 batang untuk kolom berbentuk segitiga, dan 4 batang untuk kolom dengan sengkang spiral.
4. Sesuai ketentuan Pasal 7.10.5.1, tulangan sengkang wajib berdiameter setidaknya 10 mm; khusus untuk tulangan memanjang berdiameter 32 mm, sengkang pengikat yang digunakan harus memiliki diameter minimal 13 mm.

6. Standar Perencanaan

Desain struktur beton di Indonesia mengacu pada SNI 2847:2019, yang memuat ketentuan teknis mengenai beton struktural untuk bangunan gedung. Standar ini disusun berdasarkan adaptasi dari regulasi internasional American Concrete Institute (ACI) guna menjamin kualitas, keamanan, dan kinerja struktural. Peraturan ini disusun dengan mengacu pada standar internasional ACI.

Persyaratan dasar yang harus dipenuhi dalam desain struktur beton dijelaskan dalam standar tersebut sebagai pedoman utama.

Kuat Rencana \geq Kuat Perlu

$\phi(\text{Kuat Nominal}) \geq U$

$\phi M_n \geq M_u$

$\phi V_n \geq V_u$

$\phi P_n \geq P_u$

7. Kapasitas Kolom

Beban yang bekerja secara sentris pada penampang akan sepenuhnya dipikul oleh kolom apabila kolom menerima beban aksial. Kapasitas kolom dalam menahan beban tanpa eksentrisitas dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$P_o = 0,85 \times f_c' \times (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st} \quad (2.1)$$

Menurut MacGregor (1976), faktor reduksi digunakan untuk mengantisipasi kemungkinan penampang yang kurang kuat (under-strength) akibat variasi dalam dimensi dan kualitas material. Oleh karena itu, untuk mengakomodasi kemungkinan tersebut, kekuatan nominal dikalikan dengan faktor yang disesuaikan berdasarkan jenis penulangan yang digunakan, baik itu penulangan spiral maupun penulangan sengkang.

penulangan melingkar:

$$\phi P_n = 0,85 \times P_o$$

penulangan sengkang:

$$\phi P_n = 0,80 \times P_o$$

2.6.6 Struktur Pondasi

Pondasi konstruksi adalah bagian rangka yang berada dibawah bangunan dan langsung menyentuh tanah. Berfungsi untuk menahan gaya pada struktur atas. Beban yang berasal dari struktur atas yang diteruskan ke struktur bawah harus disebarkan secara tepat pada titik-titik tertentu di permukaan tanah agar tanah dapat menanggung beban tersebut dengan aman.

Perencanaan pondasi untuk suatu bangunan melibatkan berbagai jenis fondasi. Penentuan jenis fondasi disesuaikan oleh guna dstruktur yang dipakai, besar beban yang harus ditanggung, serta kondisi tanah tempat bangunan berdiri, yang ditinjau berdasarkan faktor geografis. Hal-hal utama yang harus diperhitungkan dalam pekerjaan pondasi antara lain:

4. Jenis – jenis pondasi

Pemilihan jenis pondasi bergantung pada beban bangunan yang harus ditanggung serta kondisi tanah di sekitar lokasi bangunan. Sementara itu, kedalaman pondasi disesuaikan dengan posisi lapisan tanah keras yang menjadi penopang pondasi tersebut. Struktur bawah terbagi sebagai berikut:

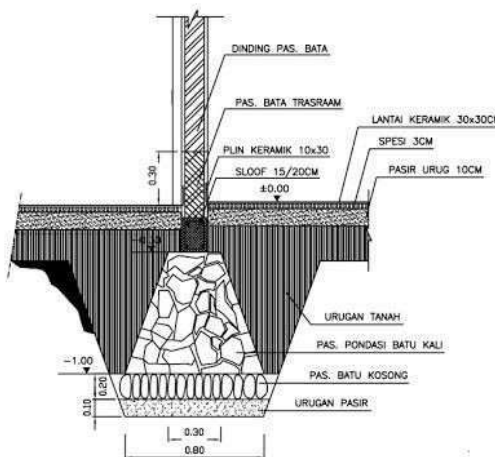
1 Pondasi Dangkal

Adalah fondasi yang dipakai ketika lapisan bawah tanah yang kuat berada Posisinya relatif dangkal dan hampir sejajar dengan permukaan tanah.

Jenis-jenis pondasi dangkal yaitu:

a. Fondasi Batu Kali

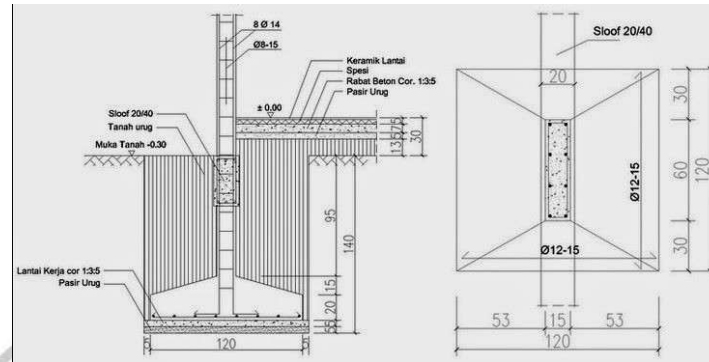
Fondasi batu pecah adalah pondasi yang terdiri dari beberapa lapisan batu alam yang disusun berurutan. Batu kali yang dipakai dalam konstruksi ini berasal dari batu alam pecah yang disesuaikan dengan ukuran yang diperlukan.



Gambar 2. 19 Fondasi Batu Kali

b. Fondasi Telapak

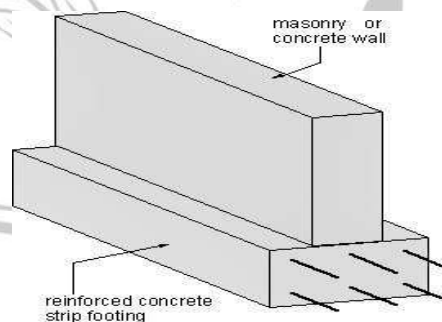
Fondasi telapak digunakan untuk menahan berat bangunan sehingga dibutuhkan mutu beton mutu minimum K-175.



Gambar 2. 20 Fondasi Telapak

c. Fondasi Plat Menerus

fondasi memerlukan penggunaan beton bertulang dengan kualitas \leq K175. fondasi tersebut berfungsi untuk menahan gaya yang bekerja secara memanjang, sehingga fondasi plat dan kolom yang disambungkan oleh jalur plat beton bertulang agar terintegrasi menjadi kesatuan. Namun, jika terjadi penurunan pada dasar pondasi, maka setiap kolom yang terhubung juga akan mengalami penurunan yang serupa.



Gambar 2. 21 Fondasi Plat Menerus

d. Fondasi Rakit

fondasi rakit merupakan fondasi berupa plat beton bertulang

yang memiliki bentuk lebar dan tebal, menyerupai rakit yang menutupi seluruh area bangunan di atasnya.



Gambar 2. 22 Fondasi Rakit

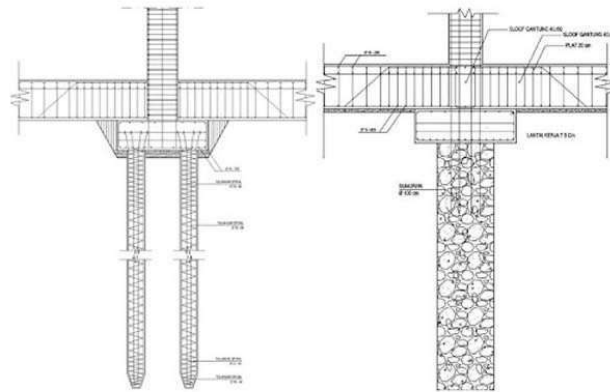
2 Pondasi Dalam

Merupakan jenis fondasi yang Mengalirkan beban struktur ke tanah pendukung utama yang terletak jauh di bawah permukaan.

Macam-macam pondasi dalam adalah :

a. Fondasi Tiang Pancang

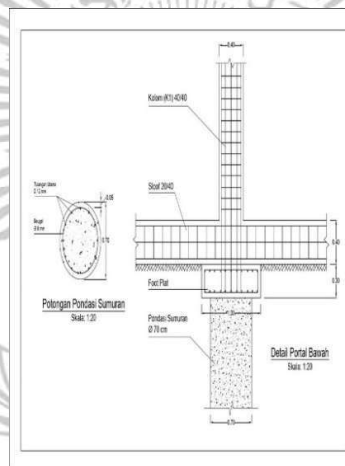
Merupakan fondasi yang diaplikasikan pada gedung besar dan tinggi, sehingga tiang pancang harus terbuat dari beton lalu akan ditancapkan menggunakan mesin yang akan memukul tiang pancang hingga mencapai tanah keras. Ujung tiang pancang yang lancip membuat pemasangan tiang pancang tidak perlu menggunakan mesin bor terlebih dahulu. Pondasi tiang pancang umumnya digunakan pada kondisi daya dukung tanah yang lemah atau ketika tanah keras berada di kedalaman yang jauh.



Gambar 2. 23 Tiang Pancang

b. Fondasi sumuran

Fondasi sumuran merupakan fondasi yang berbentuk tabung atau silinder. Fondasi ini dikembangkan dari dua tipe Fondasi yaitu fondasi dangkal dan fondasi tiang pancang. Fondasi ini digunakan pada tanah yang keadaan tanah keras nya berada cukup dalam.

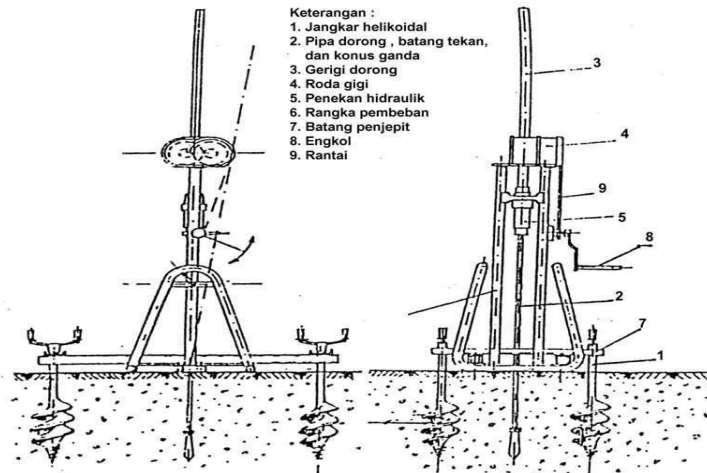


Gambar 2. 24 Pondasi Sumuran

5. Uji Sondir

Uji Sondir merupakan metode pengujian tanah yang digunakan untuk mengetahui kemampuan dukung tanah serta kedalaman lapisan tanah keras. Proses pengujian dilakukan dengan menekan kerucut (conus) ke dalam tanah menggunakan alat berputar, sehingga conus menerima gaya reaksi yang berasal dari tahanan tanah tersebut. Selanjutnya, gaya ini diteruskan melalui pipa sondir ke

jarum manometer yang digerakkan dengan adanya pelumasan menggunakan minyak atau oli, jarum manometer mampu menunjukkan nilai berdasarkan besarnya daya dukung tanah yang sesuai.



Gambar 2. 25 Alat Uji Sondir

Langkah – langkah percobaan

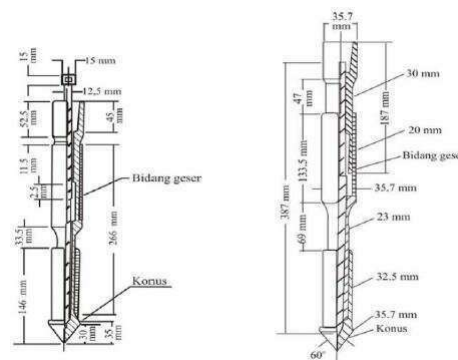
Sesuai dengan standar SNI 2827-2008 pasal 4.2, langkah-langkah pengujian yang harus dilakukan yaitu:

- 1) Tes Penetrasi *Conus* :
 - a) Tiang harus berada sepenuhnya di dalam, sementara pipa dorong harus ditempatkan secara akurat di bawah penekan hidrolik dengan orientasi tegak lurus.
 - b) Pindahkan kunci pengatur ke posisi siap tekan agar tekanan dari gaya tekan hidrolik diarahkan secara eksklusif ke arah pipa gaya dorong.
 - c) Putaran engkol searah jarum jam dioperasikan hingga tekanan dari mekanisme gigi penekan dan sistem hidrolik mendorong pipa luar sampai kedalaman 20 cm, sebagaimana ditentukan dalam interval pengujian.
 - d) Setelah mencapai kedalaman 20 cm, kunci pengatur ditarik untuk mengalihkan tekanan penekan hidrolik secara eksklusif ke batang dalam.
 - e) Engkol diputar sesuai rotasi jarum jam sambil mempertahankan laju penetrasi konus dalam rentang sepuluh mm/s hingga dua puluh mm/s, dengan toleransi ± 5 mm/s.
 - f) Saat batang dalam ditekan, pastikan pipa dorong tidak ikut bergerak turun

agar pembacaan data tidak terganggu. Menggerakkan kunci pengatur ke posisi siap tekan, dengan demikian penekan hidraulik memberikan tekanan terbatas pada pipa dorong.

2) Evaluasi Output Pengujian

- a) Nilai tahanan konus dibaca pada batang penekan dalam pada kedalaman awal sekitar 4 cm, kemudian dicatat pada formulir pengujian di kolom Cw.
- b) Melihat total angka tahanan geser dan tahanan konus pada penekan batang pada kedalaman sekitar 4 cm kedua, kemudian mencatatnya di kolom Tw.



Gambar 2. 26 Pergerakan konus saat percobaan sondir

3) Pengulangan langkah-langkah pengujian

Proses pelaksanaan ulang dilakukan terus sampai angka tahanan konus menyentuh batas maksimum berdasarkan batas kapasitas alat, sampai kedalaman maksimal antara 20 hingga 40 meter atau sesuai apa yang direncanakan pengujian. Ketentuan ini mencakup untuk pengujian sondir ringan maupun sondir berat.

3. Uji Boring

Meskipun Meskipun data awal telah diperoleh melalui uji sondir, biasanya diperlukan pengujian lanjutan yang lebih rinci untuk memahami kondisi tanah secara menyeluruh. Dengan demikian, guna mendapatkan data yang lebih presisi, penyelidikan tanah sebaiknya mencakup pengambilan contoh tanah dari lapisan bawah permukaan. Parameter tanah yang berkaitan konteks mekanika tanah untuk keperluan perencanaan pondasi harus ditentukan melalui pengujian yang merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Untuk mendukung hal ini, dilakukan pengeboran hingga kedalaman fondasi guna

memungkinkan berbagai jenis pengujian dilakukan.

Metode pengeboran dan pengambilan sampel tanah asli memungkinkan analisis yang lebih akurat terkait sifat fisik dan mekanik tanah dibandingkan metode uji lain. Namun, hasil yang diperoleh dari pengeboran hanya menggambarkan kondisi tanah secara vertikal di titik lokasi bor. Oleh karena itu, untuk memahami variasi karakteristik tanah secara horizontal di lokasi yang lebih luas, perlu dilakukan survei tambahan seperti metode geofisika atau geolistrik.

Jenis alat bor yang digunakan harus disesuaikan dengan tujuan dari pengeboran, karakteristik tanah yang akan diuji, dan fungsi alat itu sendiri. Beberapa jenis alat pengeboran yang sering digunakan di lapangan antara lain bor manual, bor rotasi dengan tenaga tangan, serta bor rotasi bertenaga hidrolik.

4. Peninjauan Struktur Pondasi

Struktur pondasi dianalisis dengan merujuk pada data tanah yang diperoleh melalui uji sondir serta uji boring.

5. Daya Dukung Berdasarkan Data Sondir

Dari hasil tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan daya dukung tanah. Perancangan fondasi berdasarkan data sondir ini dilakukan secara langsung dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Meyerhoff pada tahun 1976`.

1. Menghitung Tahanan *Ultimit* Tiang

$$Q_u = \frac{qc \cdot A}{3} + \frac{TF \cdot k}{5}$$

Dengan :

$$A = \text{Luas permukaan tiang} = \frac{1}{4} \cdot p \cdot d^2$$

$$K = \text{Keliling tiang} = p \cdot d$$

2. Menghitung Q netto

$$Q_{\text{netto}} = Q_u - W$$

W = Volume x γ beton, dengan

W = berat pondasi tiang

3. Menghitung Efisiensi

$$E_{ff} = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \times m \times n'}$$

6. Dasar Perhitungan Penulangan *Pilecap*

Perhitungan penulangan pilecap didasarkan pada nilai beban maksimum (P maksimal) yang diterima oleh tiang. Adapun dasar perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menghitung Pmaks, Mx, dan My
2. Menghitung Momen *ultimit* pada arah memanjang dan melintang
3. Menghitung koefisien ketahanan (k) dan menentukan nilai ρ dari tabel berdasarkan SNI 9156 : 2023 (*SNI Pile Cap*, n.d.).

$$\text{Syarat : } \rho_{\text{min}} < \rho < \rho_{\text{maks}}$$

Menghitung As perlu yang dibutuhkan dan menentukan As yang terpasang berdasarkan SNI 9156 : 2023 (*SNI Pile Cap*, n.d.)

2.6.7 Manajemen Keuangan

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah tahap krusial yang harus disusun sebelum memulai proyek konstruksi. RAB memuat estimasi keseluruhan biaya yang dibutuhkan, termasuk biaya tenaga kerja dan harga bahan material. Dokumen ini menjelaskan rincian volume, harga per unit, serta total biaya berbagai jenis material dan upah yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Menurut Rahman A., Rencana dan anggaran merupakan proses perencanaan mengenai bentuk dan fungsi bangunan beserta estimasi biaya yang dibutuhkan, sekaligus penyusunan langkah pelaksanaan dari segi administrasi dan teknis. Dengan demikian, Rincian Anggaran Biaya (RAB) merupakan kalkulasi dana konstruksi yang didasarkan pada desain konstruksi serta uraian pelaksanaan yang digunakan. Hal ini berperan sebagai panduan atau acuan dalam menjalankan proyek konstruksi.

Analisa harga satuan pekerjaan dilakukan dengan mengacu pada Standar yang digunakan di Indonesia serta Rincian harga per satuan bahan bangunan, ongkos tenaga kerja, serta biaya pembangunan yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya di bawah Departemen Pekerjaan Umum. Daftar harga satuan ini diperbarui setiap tiga bulan.

Adapun dalam tugas akhir ini, harga satuan pekerjaan yang digunakan berdasarkan daftar harga satuan Mengacu pada informasi yang dikeluarkan oleh Ditjen Cipta Karya, Kementerian PUPR, Kota Malang pada tahun 2024.

Untuk menghitung RAB diperlukan data – data sebagai berikut:

- Gambar Rencana
- Spesifikasi teknis atau biasa disebut dengan RKS (Rencana Kerja Syarat)
- Volume masing – masing pekerjaan yang ada di gambar
- Bill of Quantity (BQ)
- Rincian biaya material konstruksi dan tenaga kerja
- Perhitungan harga satuan untuk tiap jenis pekerjaan
- Metode kerja pelaksanaan

Perbedaan harga barang dan Upah Minimum Provinsi (UMP) antar daerah menyebabkan variasi dalam anggaran biaya proyek konstruksi. Sehingga penyusunan RAB dapat disimpulkan menggunakan perhitungan dibawah ini:

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk bangunan memerlukan penghitungan volume setiap pekerjaan serta analisis harga satuan pekerjaan. Proses ini dilakukan berdasarkan gambar tender dan harus sesuai dengan ketentuan analisis konstruksi yang berlaku. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi penyusunan RAB suatu bangunan yaitu:

- **Faktor Teknis**

Faktor teknis meliputi berbagai ketentuan serta persyaratan yang harus dipenuhi selama proses pelaksanaan pembangunan, termasuk juga gambar-gambar konstruksi bangunan sebagai panduan.

- **Faktor Non Teknis**

Anggaran biaya terdiri dari daftar upah tenaga kerja. Penyusunan anggaran biaya bisa dilakukan dengan menggunakan metode estimasi biaya pekerjaan maupun estimasi biaya yang lebih rinci.

1. Harga Satuan Pekerjaan

Merupakan jumlah keseluruhan upah pekerja dan bahan baku yang dibutuhkan untuk merealisasikan seluruh proses pembangunan, yang dihitung melalui analisis mendetail. Harga ini dapat ditetapkan dengan merujuk pada standar harga pasar yang berlaku di area proyek. Sebagai contoh, di Kota Malang, Dinas Pekerjaan Umum menyediakan daftar harga satuan sebagai referensi.

$$\text{Harga Satuan Pekerjaan} = \text{H.S. Bahan} + \text{H.S. Upah} + \text{H.S. Alat}$$

(Sumber : Andi, 2011)

2. Perhitungan Volume Pekerjaan

Sebelum menghitung volume pekerjaan, sangat penting untuk mempelajari dan memahami gambar kerja secara mendalam. Menghitung volume merupakan tahap pertama dalam perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Rumus yang digunakan untuk menghitung volume tidak akan sama dengan pekerjaan yang dikerjakan. Maka rumus untuk menghitung volume pekerjaan yaitu:

- Volume untuk luasan item pekerjaan (m²) = Panjang x Lebar
- Volume untuk kubikasi item pekerjaan (m³) = Panjang x Lebar x Tinggi
- Volume untuk panjang item pekerjaan (m') = Panjang
- Harga Satuan Pekerjaan = H.S. Bahan + H.S. Upah + H.S. Alat
- Volume untuk Borongan (ls, Unit, Buah) : Sesuai dengan kesepakatan kepada dua belah pihak

3. Tujuan Rencana Anggaran Biaya

- Menentukan total biaya pekerjaan secara keseluruhan dengan merinci setiap paket pekerjaan yang akan dilakukan. RAB harus mencakup rincian semua biaya upah tenaga kerja, material, peralatan, serta biaya

tambahan lain seperti perizinan, kantor atau gudang sementara, air dan listrik kerja, dan sebagainya.

- Menyusun daftar lengkap beserta jumlah material yang diperlukan untuk pekerjaan.
- Menjadi acuan dasar dalam proses penunjukan atau pemilihan kontraktor pelaksana proyek.
- Menguraikan peralatan-peralatan yang diperlukan selama pelaksanaan proyek.

2.6.8 Manajemen Investasi

Untuk memperoleh tingkat pengembalian modal yang layak dalam investasi perumahan, diperlukan analisis finansial yang cermat. Analisis tersebut meliputi perhitungan tingkat pengembalian modal (Rate of Return), arus kas, *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Net Present Value* (NPV) untuk menilai profitabilitas dan risiko proyek. Perbandingan IRR dengan Minimum Attractive Rate of Return (MARR) membantu investor dalam pengambilan keputusan.

Selain itu, analisis sensitivitas terhadap faktor-faktor seperti inflasi penting untuk memahami dampaknya serta merencanakan langkah mitigasi risiko yang sesuai. Studi kelayakan proyek dapat dianalisis menggunakan pendekatan NPV, Benefit Cost Ratio (BCR), IRR, dan Payback Period (PP). Secara ekonomi, investasi perumahan dianggap layak apabila hasil perhitungan BCR, NPV, dan IRR menunjukkan nilai positif.

Analisis finansial dilakukan dengan menghitung NPV, PP, dan IRR. Pembiayaan investasi properti biasanya diperoleh dari pinjaman bank yang menghasilkan imbal hasil berupa bunga, serta investasi dari pihak ketiga seperti investor ekuitas atau mitra bisnis yang memberikan modal tambahan, keahlian, dan jaringan. Kredit Pemilikan Rumah atau Apartemen (KPR/KPA) tersedia dengan pembayaran uang muka (Down Payment) maksimal 30% dari harga properti.

Selain bank, lembaga non-perbankan seperti koperasi, pegadaian, P2P lending, dan crowdfunding juga menjadi alternatif sumber pembiayaan.

Beberapa sumber utama pendanaan investasi meliputi:

- a) Modal yang berasal dari pemilik usaha itu sendiri.

- b) Pengumpulan dana melalui penerbitan saham di pasar modal, baik saham biasa maupun preferen.
- c) Penerbitan obligasi perusahaan yang dapat diperjual belikan di pasar modal.
- d) Pinjaman dari bank yang bisa digunakan untuk investasi maupun kebutuhan lain.
- e) Pendanaan alternatif melalui skema sewa.
- f) Skema pembayaran kepada manajer proyek berupa kredit yang disesuaikan dengan kemampuan proyek untuk melunasi hutang.

Evaluasi kelayakan investasi perumahan adalah proses analisis menyeluruh atas rencana pembangunan proyek perumahan. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa proyek tersebut layak dari berbagai aspek, seperti finansial, teknis, pasar, dan lingkungan, sekaligus mengurangi risiko kerugian akibat pengambilan keputusan investasi yang kurang tepat.

Berikut adalah beberapa aspek utama yang dipertimbangkan dalam evaluasi ini:

1. *Net Present Value (NPV)*

Keputusan mengenai kelayakan suatu investasi proyek bergantung pada *Net Present Value (NPV)* digunakan untuk menilai kelayakan suatu proyek. Jika NPV menunjukkan angka positif, maka proyek tersebut dianggap menguntungkan dan layak untuk dijalankan. Namun, apabila NPV bernilai negatif, maka proyek dinilai tidak menghasilkan keuntungan tambahan, melainkan hanya setara dengan pengembalian dari biaya peluang atas modal yang diinvestasikan.

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Cara Interpretasi:

- Jika $NPV > 0$: Proyek menghasilkan nilai tambah, sehingga layak untuk dijalankan.
- Jika $NPV = 0$: Proyek hanya mengembalikan modal, tanpa keuntungan tambahan.
- Jika $NPV < 0$: Proyek tidak menguntungkan dan sebaiknya tidak dilakukan.

2. *Internal Rate of Return*

Analisis dilakukan untuk mengevaluasi apakah suatu proyek memberikan tingkat keuntungan yang cukup menarik. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah *Internal Rate of Return* (IRR), yakni tingkat pengembalian di mana *Net Present Value* (NPV) dari arus kas masuk dan keluar bernilai sama atau nol. Berbeda dari metode NPV, yang terlebih dahulu menetapkan tingkat diskonto untuk menghitung nilai sekarang bersih, metode IRR justru mencari tingkat pengembalian internal yang menjadikan NPV bernilai nol.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} \times (i_2 - i_1)$$

Keterangan:

i_1 adalah tingkat diskonto yang menghasilkan NPV1.

i_2 adalah tingkat diskonto yang digunakan untuk memperoleh NPV2.

NPV1 adalah angka NPV positif yang mendekati nol.

NPV2 adalah angka NPV negatif yang mendekati nol.

3. *Metode Profitability Index (PI)*

Metode ini menilai investasi dengan membandingkan nilai modal awal dengan nilai kini dari arus kas bersih yang diperkirakan di masa depan. Proyek dinilai menguntungkan dan layak jika Profitability Index (PI) lebih dari 1. Sebaliknya, apabila PI kurang dari 1, proyek tersebut dianggap tidak menguntungkan dan sebaiknya tidak diteruskan.

$$PI = \frac{\text{Kas bersih (netto)}}{\text{Investasi awal}}$$

4. *Payback Period (PP)*

Payback Period adalah metode yang digunakan untuk menghitung jangka waktu yang dibutuhkan agar investasi awal dapat kembali. Perhitungannya didasarkan pada arus kas bersih, yaitu perbedaan antara pendapatan dan pengeluaran setiap tahunnya. Hasil dari perhitungan payback period umumnya dinyatakan dalam satuan tahun.

$$PP = n + \frac{a-b}{c-b}$$

Dimana:

n = tahun terakhir dimana arus kas masih belum bisa menutupi *initial investment*

a = jumlah *initial investment*

b = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke-n

c = jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n+1

