

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gudang (*warehouse*) adalah bangunan yang memiliki fungsi sebagai tempat penyimpanan barang. Gudang juga memiliki fungsi lain seperti melakukan penyortiran dan pengemasan barang sebelum masuk proses distribusi (Ferguson et al., 2000). Sistem penyimpanan yang efisien membutuhkan manajemen pergudangan yang tepat sehingga mampu memperpendek jarak transportasi dalam pendistribusian barang. Peningkatan permintaan pasar tidak hanya membuat gudang sebagai tempat berproduksi, melainkan juga tempat penampungan sementara.

CV. Kiran Joyo Astiko beroperasi dalam bidang pengadaan barang dan jasa. Jenis barang yang didistribusikan mencakup barang jadi dan setengah jadi, seperti bahan kain yang akan diolah menjadi kemeja. CV. Kiran Joyo Astiko rata-rata mendistribusikan 1000-1900 roll bahan kain setiap bulannya, dimana 1 roll kain memiliki volume  $0.35 \text{ m}^3$ . Tantangan yang dihadapi CV. Kiran Joyo Astiko yaitu lambatnya mobilitas pengiriman barang serta gudang (*warehouse*) yang belum memenuhi standar. Oleh karena itu, dibutuhkan gudang (*warehouse*) yang dapat memenuhi standar penyimpanan dan kebutuhan perusahaan. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk perencanaan gudang (*warehouse*) antara lain *Receiving, quality control, Repackaging, Putaway, Storage, Order Picking, Sortation, Packaging and shipping, Cross docking, dan Replenishing* (Dyah et al., 2022).

Gudang (*warehouse*) yang direncanakan untuk CV. Kiran Joyo Astiko berada di Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung. Lokasi tersebut berada di daerah industri yang strategis dan dekat dengan jembatan ngujang 2. Oleh karena itu, akses mobilisasi ke kota kediri menjadi lebih cepat. Gudang yang akan direncanakan mempunyai luas tanah  $1.800 \text{ m}^2$  dengan ukuran panjang 40 m, lebar 20 m dan tinggi 8 m. Gudang (*warehouse*) ini memiliki kapasitas maksimal  $3.600 \text{ m}^3$  dan termasuk

kategori gudang tertutup golongan B serta dapat menampung sekitar 9.000 roll kain.

Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung, berdasarkan klasifikasi USCS, termasuk jenis tanah SP-SM yang memiliki gradasi buruk. Berdasarkan hasil uji batas Atterberg, diperoleh nilai indeks plastisitas sebesar 0,564%, sehingga tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah dengan tingkat plastisitas rendah (*slightly plastic*) (Ma'rifatul et al., 2024). Tanah dengan plastisitas rendah memiliki tekstur agak halus dan cenderung tidak menyerap banyak air, sehingga memungkinkan air untuk bertahan dalam suatu area dalam durasi waktu yang relatif panjang. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan langkah penanganan guna mencegah genangan air hujan. Salah satu alternatif yang dapat diimplementasikan untuk mitigasi banjir adalah dengan memanfaatkan fasilitas sumur resapan. Fasilitas ini berperan sebagai strategi pengelolaan limpasan air hujan dengan cara menampungnya dalam struktur berupa lubang atau sumur. Selanjutnya, air yang tertampung diarahkan secara bertahap ke lapisan tanah untuk meningkatkan infiltrasi, sekaligus mengurangi aliran permukaan yang berpotensi memicu banjir.

Untuk mewujudkan infrastruktur bangunan yang efisien, diperlukan perencanaan yang cermat, stabil, dapat berfungsi dengan baik, kokoh, tahan lama, serta mudah dalam proses pengerjaannya (Taqiya et al., 2022). Penentuan jenis material merupakan tahap esensial dalam proses perencanaan konstruksi. Material yang umum diaplikasikan dalam sektor konstruksi mencakup baja, beton bertulang, dan kayu. Baja, sebagai salah satu komponen utama, merupakan logam hasil paduan yang terdiri atas unsur dasar besi dan unsur paduan utama berupa karbon, yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan material terhadap beban struktural (Mister, 1999). Dengan melakukan modifikasi pada kadar karbon serta elemen-elemen tambahan lainnya, dapat diperoleh berbagai varian baja dengan karakteristik dan kualitas yang beragam. Peningkatan kandungan karbon dalam baja berkontribusi signifikan terhadap peningkatan sifat kekerasan (*hardness*) serta kekuatan tariknya (*tensile*

*strength*), sehingga memungkinkan pemanfaatan baja tersebut dalam aplikasi yang memerlukan daya tahan mekanis tinggi. Namun, hal ini juga menyebabkan baja menjadi lebih getas (*brittle*) dan mengurangi keuletannya (*ductility*). Kandungan karbon dalam baja berpengaruh signifikan terhadap kekuatan, kekerasan, dan kemudahan pembentukan material. Baja saat ini banyak diminati dalam pengembangan infrastruktur karena kekuatannya yang tinggi, memungkinkan pengurangan ukuran dan berat struktur, sehingga cocok untuk diaplikasikan pada tanah lunak maupun keras. (M.Y. Zachariadan G. Turuallo., 2020). Dalam konteks pembahasan mengenai daktilitas, baja memiliki keunggulan dibandingkan dengan material lainnya. Hal ini terjadi akibat tingkat daktilitas baja yang relatif tinggi. Material baja memiliki kemampuan untuk menahan deformasi signifikan dalam bentuk regangan tarik ketika menerima tegangan tarik yang besar. Proses ini memungkinkan batang baja untuk mengalami perpanjangan substansial sebelum mencapai batas keruntuhannya (Sadewo et al., 2024). Material baja dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal kekuatan dan kemudahan proses pengerjaannya. Jika dilihat dari segi waktu dan biaya, penggunaan struktur baja lebih disarankan untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan, karena dinilai lebih efisien dalam hal waktu pelaksanaan (Bastian A. Ampangallo et al., 2023). Dengan mempertimbangkan keunggulan baja dan kelemahan material beton, seperti waktu pengerjaan yang lebih lama, kurangnya aspek ramah lingkungan, sensitivitas terhadap kondisi cuaca selama pelaksanaan, serta ketepatan dimensi dan mutu yang bergantung pada pengawasan dan keterampilan pekerja, ditambah kebutuhan perawatan untuk memastikan ketahanan dan keawetan, maka material yang dipilih untuk membangun gudang (*warehouse*) ini adalah baja sebagai komponen utama.

Pondasi merupakan elemen esensial dalam konstruksi bangunan yang terletak di bagian substruktur. Fungsinya adalah mentransfer beban dari struktur suprastruktur ke lapisan tanah di bawahnya secara merata. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya deformasi tanah, seperti penurunan diferensial atau retakan yang dapat mengganggu stabilitas bangunan secara

keseluruhan (Frederika, 2019). Untuk menjamin kestabilan struktural bangunan terhadap pengaruh berat sendiri, beban eksternal, serta gaya dinamis seperti tekanan angin dan aktivitas seismik, perancangan pondasi memerlukan perhitungan yang presisi dan berbasis analisis teknis yang mendalam. Selain itu, penurunan (*settlement*) pondasi harus dipastikan berada dalam ambang batas toleransi yang telah ditentukan guna mencegah terjadinya deformasi atau kerusakan pada struktur bangunan secara keseluruhan.

Pondasi bored pile merupakan elemen struktural yang berfungsi untuk mentransfer dan mendistribusikan beban dari struktur bagian atas menuju lapisan tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Sistem ini dirancang guna memastikan kestabilan struktur dengan mengoptimalkan interaksi antara elemen pondasi dan karakteristik geoteknik tanah, sehingga dapat mendukung beban secara efektif dan mencegah deformasi yang berlebihan. (Varian Jaya et al., 2023). Pondasi bored pile diaplikasikan dalam kondisi di mana lapisan tanah pada dasar struktur tidak memiliki kapasitas daya dukung yang memadai untuk menahan beban konstruksi secara optimal. Metode ini termasuk kategori pondasi tiang yang pemasangannya diawali dengan proses pengeboran tanah hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan. Setelah itu, lubang yang telah terbentuk diisi oleh rangkaian tulangan baja yang dirakit sebelumnya, diikuti dengan proses pengecoran menggunakan material beton segar. Dalam kasus tanah yang mengandung air atau memiliki risiko longsor, diperlukan intervensi teknis berupa penggunaan pipa baja sementara, yang dikenal sebagai *temporary casing*. Pipa ini berfungsi sebagai penyangga sementara dinding lubang guna mencegah keruntuhan, dan akan dilepaskan secara bertahap saat proses pengecoran beton berlangsung. Pembuatan pondasi bored pile dilakukan langsung di lokasi proyek, berbeda dengan pondasi tiang pancang yang dibuat di lokasi pabrik dengan spesifikasi tertentu. Oleh sebab itu, pemilihan pondasi bored pile didasarkan pada berbagai pertimbangan yang telah disebutkan.

Air bersih memegang peranan penting sebagai salah satu kebutuhan utama manusia yang harus terpenuhi secara berkelanjutan untuk mendukung keberlangsungan hidup (Andreas Juvano et al., 2022). Air bersih harus selalu tersedia dengan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan, serta memastikan jumlah dan keberlanjutan yang memadai untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang dilayani. Dalam merencanakan kebutuhan air bersih untuk warehouse ini, beberapa metode yang dijelaskan dalam literatur digunakan untuk menentukan kebutuhan tersebut. Menurut Buku (Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura, 2005) Metode perhitungan yang diterapkan mencakup beberapa pendekatan, di antaranya estimasi kebutuhan air bersih yang didasarkan pada jumlah penghuni, analisis yang memperhitungkan jenis dan jumlah perangkat plumbing yang terpasang, serta kalkulasi beban unit yang dihasilkan oleh masing-masing perangkat plumbing. Hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan data kebutuhan air yang akan digunakan dalam perencanaan pipa, tangki, dan pompa. Sumur resapan merupakan struktur buatan yang ditempatkan pada permukaan tanah dengan tujuan untuk menampung air hujan, yang kemudian dialirkan ke dalam lapisan tanah. Sumur resapan memiliki fungsi yang berlawanan dengan sumur air minum. Sumur resapan dirancang untuk memungkinkan air mengalir ke dalam lapisan tanah, berfungsi sebagai sistem infiltrasi yang mendukung pemulihan dan pengelolaan cadangan air tanah secara alami. Sebaliknya, sumur air minum berfungsi untuk menarik air tanah menuju permukaan dengan menggunakan mekanisme pompa, sehingga memungkinkan akses terhadap sumber air yang layak konsumsi (Tara, 2015). Dalam konteks ini, perbedaan konstruksi dan kedalaman antara kedua jenis sumur tersebut sangat signifikan. Sumur resapan dirancang dengan kedalaman yang lebih dangkal, berada di atas permukaan air tanah, sementara sumur air minum memiliki kedalaman yang lebih dalam, hingga mencapai lapisan air tanah. Fungsi utama dari sumur resapan adalah untuk mengelola genangan air atau banjir pada periode musim hujan, serta berperan dalam upaya konservasi air tanah. Selain itu, sumur ini turut

berkontribusi dalam mengurangi tingkat erosi yang dapat terjadi di daerah tersebut.

Pembangunan proyek adalah kegiatan yang direncanakan dengan memanfaatkan berbagai sumber daya dan dana untuk memberikan manfaat di masa depan (Setyadi Asnuddin,2018). Setiap aktivitas dalam sebuah proyek dirancang untuk mencapai tujuan tertentu, dengan memiliki batas waktu yang jelas, mulai dari awal hingga akhir, dan hasil yang dapat diukur. Namun, pelaksanaan proyek sering menghadapi keterlambatan. Salah satu penyebabnya adalah faktor alam, seperti kondisi cuaca yang tidak mendukung. Selain itu, keterlambatan proyek dapat pula dipengaruhi oleh ketidaksesuaian waktu pengadaan material, yang tidak mengikuti jadwal yang telah ditentukan. Sebagai contoh, pekerjaan berikutnya harus tertunda karena bahan yang dibutuhkan belum tersedia atau pengirimannya terlambat. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan manajemen konstruksi yang efektif, meliputi penyusunan jadwal kerja, pengelolaan dana yang dikeluarkan selama proyek, serta pengaturan waktu dari awal hingga proyek selesai sepenuhnya.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari perencanaan gudang (*warehouse*) ini ialah untuk memenuhi persyaratan akademik yang wajib ditempuh oleh mahasiswa jenjang S-1 Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang Sedangkan tujuan dari perencanaan gudang (*warehouse*) adalah :

1. Upaya untuk standarisasi warehouse CV. Kiran Joyo Astiko.
2. Dapat merencanakan warehouse dengan mengoptimalkan lahan yang ada.

## **1.3 Lokasi Pekerjaan**

Lokasi perencanaan gudang (*warehouse*) terletak di Desa Jabalsari, Kecamatan Sumbergempol, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur 66291.

## **1.4 Sasaran**

Sasaran pekerjaan ini adalah:

1. Dapat merencanakan bangunan gudang (*warehouse*) yang dapat melengkapi kebutuhan penyimpanan pengadaan barang.

2. Dapat merencanakan bangunan warehouse sesuai dengan standar.
3. Dapat merencanakan struktur atas dan bawah bangunan gudang (*warehouse*).
4. Dapat merencanakan anggaran biaya dan manajemen konstruksi.
5. Dapat memaparkan gambar kerja 2D dan tampak 3D gudang (*warehouse*).

### **1.5 Standar Teknis**

Dalam perencanaan bangunan warehouse harus sesuai dengan peraturan yang berlaku dan spesifikasi teknis. Peraturan didasarkan pada:

1. SNI.1729-2020 mengatur mengenai spesifikasi teknis untuk bangunan gedung dan non-gedung yang menggunakan baja sebagai elemen struktural. Peraturan ini bertujuan untuk menetapkan pedoman yang jelas terkait dengan penerapan material baja dalam konstruksi, sehingga dapat menjamin keselamatan, kekuatan, dan ketahanan struktur dalam berbagai kondisi operasional dan lingkungan.
2. SNI.2847-2019 mengatur tentang persyaratan teknis untuk bangunan gedung maupun non-gedung yang memanfaatkan beton sebagai elemen struktural. Standar ini dirancang untuk memastikan bahwa penggunaan beton dalam konstruksi memenuhi kriteria kekuatan, ketahanan, dan keamanan yang sesuai dengan kebutuhan fungsional serta keselamatan bangunan yang dibangun.
3. SNI.1727-2020 menetapkan standar mengenai beban desain minimum yang harus dipenuhi pada struktur bangunan, baik yang bersifat gedung maupun non-gedung. Regulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap desain bangunan dapat mengakomodasi beban yang dihadapi secara aman dan efektif, serta mendukung keberlanjutan dan kestabilan konstruksi.

### **1.6 Ruang Lingkup Pekerjaan**

Ruang lingkup pekerjaan ini:

#### **1. Koordinasi perencanaan**

Koordinasi ini dimaksudkan untuk pembagian tugas dan tanggungjawab pada setiap item pekerjaan yang akan direncanakan pada perencanaan

bangunan warehouse Desa Jabalsari, Kecamatan sumbergempol, Kabupaten Tulungagung, Jawa Timur tersebut.

## **2. Pengumpulan data**

Pengumpulan data ini dimaksudkan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan pada perencanaan bangunan *warehouse*, seperti data tanah, data curah hujan, dan lain-lain. Data yang dikumpulkan akan diproses untuk dilakukan perhitungan pada perencanaan bangunan warehouse tersebut.

## **3. Analisa perhitungan struktur atas meliputi:**

### **3.1 Perencanaan Dimensi Struktur**

Perencanaan struktur bangunan gudang (*warehouse*) dan kantor diawali dengan tahap *Design Preliminary* atau tahap perencanaan dimensi awal pada struktur, dilakukan dengan penentuan dimensi dari masing masing komponen sturkur pada bangunan warehouse. Dalam bagian ini diawali dengan informasi dari data eksisting lapangan maupun material yang akan digunakan nantinya.

#### **3.1.1 Pemodelan Struktur**

Pemodelan struktur dilakukan dengan memodelkan pada aplikasi SAP 2000 guna mendapatkan gaya – gaya yang terjadi pada bangunan gudang dan kantor dengan memasukkan beban – beban pada bangunan.

#### **3.1.2 Perencanaan Atap**

Perencanaan jenis atap yang digunakan dimaksudkan untuk mendapatkan berat sendiri dari atap.

#### **3.1.3 Perencanaan Pelat**

Dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi minimum dari pelat tersebut dengan tetap menggunakan syarat yang berlaku dan memenuhi batas aman struktur.

#### **3.1.4 Perencanaan Balok**

Dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi minimum dari balok tersebut dengan tetap menggunakan syarat yang berlaku dan memenuhi batas aman struktur.

### 3.1.5 Perencanaan Kolom

Perencanaan dimensi kolom dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi minimum dari kolom tersebut dengan tetap menggunakan syarat yang berlaku dan memenuhi batas aman struktur.

## 3.2 Pembebanan

### 3.2.1 Pembebanan Atap

Didasarkan pada SNI 1727-2020 dimana beban yang ditanggung oleh atap dibagi menjadi beban hidup (LL), beban mati (DL) dan beban angin (WL), dengan uraian beban hidup berupa beban pekerja + alat dan beban hujan, sedangkan beban mati berupa gording, sagrod, dan bracing pada kuda – kuda kuda, serta beban angin yang terjadi pada atap.

### 3.2.2 Pembebanan Pelat

Berdasarkan pada SNI 1727-2020, pelat dapat dikategorikan sebagai elemen struktur sekunder yang memiliki persyaratan untuk mengalami kegagalan atau runtuh terlebih dahulu sebelum struktur primer. Pembebanan pelat ini juga berlaku pada pelat atap. Pembebanan pelat direncanakan menahan beban mati (DL) dari bahan penyusun pelat itu sendiri dan beban hidup (LL) dari guna ruangan diatas dari pelat itu sendiri. Pembebanan juga dilakukan dengan kombinasi pembebanan yang berlaku sesuai dengan SNI 1727-2020.

### 3.2.3 Pembebanan Angin

Pembebanan angin pada bangunan didasarkan pada SNI 1727-2020, pembebanan ini didasarkan pada beberapa parameter, sebagai berikut:

- a. Kategori resiko pada bangunan gedung
- b. Kecepatan angin dasar pada lokasi
- c. Parameter – parameter beban angin
- d. Koefisien eksposur tekanan velositas pada lokasi
- e. Tekanan velositas rencana

- f. Koefisien tekanan eksternal
- g. Tekanan angin desain

#### 3.2.4 Pembebanan Gempa

Pembebanan gempa pada bangunan gedung didasarkan pada SNI 1726-2019 menggunakan metode *equivalent lateral force (ELF)* atau metode *response spectrum analysis (RSA)* berdasarkan klasifikasi situs dari daerah perencanaan gedung. Pembebanan gempa ini didasarkan pada beberapa parameter, sebagai berikut:

- a. Klasifikasi situs
- b. Faktor keutamaan bangunan
- c. Menentukan parameter pergerakan tanah
- d. Menentukan perioda fundamental pendekatan
- e. Koefisien respons seismic
- f. Berat seismic efektif total struktur
- g. Gaya geser seismic
- h. Distribusi vertikal gaya gempa
- i. Beban gempa per kolom

### 3.3 Perhitungan Struktur

#### 3.3.1 Perhitungan Balok

Perhitungan kapasitas kekuatan dari profil baja pada balok yang diambil dari hasil gaya dalam yang terjadi saat analisa struktur. Perhitungan terhadap penulangan balok dan sloof dilakukan dengan menggunakan pendekatan analitis yang mengacu pada metode Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Proses analisis ini bertujuan untuk menentukan kapasitas dari profil baja balok yang dihitung berdasarkan gaya-gaya internal yang terjadi pada balok tersebut, sebagai berikut:

- a. Momen puntir
- b. Momen lentur tumpuan
- c. Momen lentur lapangan

d. Gaya geser

Selanjutnya perhitungan kekuatan minimum pada balok dan didasarkan pada aturan yang berlaku pada SNI 2847-2019 untuk menjamin gaya yang terjadi dapat ditahan oleh profil baja yang digunakan.

3.3.2 Perhitungan Penulangan Kolom

Perhitungan kapasitas profil baja pada kolom diambil dari hasil gaya dalam yang terjadi saat analisa struktur. Perhitungan penulangan pada kolom dilakukan dengan mengaplikasikan metode Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Penentuan kapasitas daya dukung profil baja kolom ditentukan berdasarkan hasil analisis gaya dalam yang timbul pada balok, yang dijabarkan sebagai berikut:

- a. Gaya aksial
- b. Momen akibat gempa
- c. Momen akibat gravitasi

Selanjutnya perhitungan kekuatan minimum pada kolom didasarkan pada aturan yang berlaku pada SNI 2847-2019 untuk menjamin gaya yang terjadi dapat ditahan oleh profil baja yang digunakan.

**4. Analisa perhitungan struktur bawah meliputi:**

4.1 Perhitungan Pembebanan

4.1.1 Perhitungan Beban Hidup (Live Load,LL)

Beban hidup suatu struktur ditetapkan sesuai dengan standar yang tercantum dalam SNI 1727:2020, yang mengatur ketentuan beban minimum yang harus diperhitungkan dalam perencanaan gedung dan bangunan lainnya.

4.1.2 Perhitungan Beban Mati (Dead Load,DL)

Beban mati ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 1727-2020, yang mengatur tentang beban minimum yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan struktur gedung dan bangunan lainnya.

#### 4.1.3 Perhitungan Berat Struktur

Dalam analisis beban struktural, perhitungan massa komponen meliputi berat kolom, pelat, balok, kuda-kuda, serta berbagai aksesoris atau elemen tambahan lainnya. Penentuan berat tersebut didasarkan pada nilai massa jenis atau berat satuan dari masing-masing elemen struktur yang bersangkutan.

#### 4.1.4 Perhitungan Beban Gempa

Berdasarkan SNI 1726-2019 maka pada bangunan berupa gedung menggunakan metode equivalent lateral force (ELF) atau metode response spectrum analysis (RSA) berdasarkan klasifikasi situs dari daerah perencanaan gedung.

#### 4.2 Hasil Analisa Pembebanan

Nilai yang dibutuhkan pada beban kolom diperoleh dengan bantuan *software*.

#### 4.3 Menghitung Kekuatan Daya Dukung Tanah Metode Terzaghi

Analisis daya dukung tanah merujuk pada kapasitas tanah untuk mendukung beban yang diterimanya, baik dari beban vertikal yang diteruskan melalui pondasi maupun dari beban yang berasal dari arah lainnya. Proses ini melibatkan pemahaman tentang tahanan geser tanah, yang berfungsi untuk menahan terjadinya penurunan atau deformasi akibat pemberian beban. Tahanan geser ini merupakan gaya internal yang dapat dimobilisasi sepanjang bidang geser tanah, sehingga memungkinkan tanah untuk tetap stabil dan menghindari penurunan yang berlebihan yang dapat mengancam kestabilan struktur.

#### 4.4 Perencanaan Pile Cap

Pile cap direncanakan sebagai penghubung serta melanjutkan beban antara kolom dan tiang. pengikat antar tiang pondasi agar menjadi kesatuan dalam kelompok pondasi merupakan fungsi lan pile cap. Ukuran tiang mempengaruhi jarak antar tiang. Jarak antar tiang menggunakan rumus  $2,5D-3D$ , dimana  $D$  merupakan diameter. Menurut SNI 2847:2019, tebal pile cap tidak

boleh kurang dari 300 mm serta ketebalan lapisan beton yang langsung dicor didalam tanah dan bersentuhan dengan tanah minimal 75 mm. Penulangan pile cap dapat diasumsikan dengan penulangan pada pelat. Besarnya momen yang bekerja pada pondasi dapat mempengaruhi penulangan pile cap, sehingga dapat menggunakan tulangan tunggal maupun rangkap.

#### 4.5 Menganalisa Keamanan Kuat Geser 1 Arah

Kerusakan yang disebabkan oleh gaya geser unidirectional terjadi ketika terdapat retakan miring pada beton tarik, yang disebabkan oleh distribusi beban vertikal dari kolom menuju pondasi. Beton, dalam hal ini, tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja pada tanah ke arah atas, karena tegangan dari bebann memicu gaya reaksi vertikal yang menyebabkan retak miring menjalar ke atas dan mengurangi daerah beton tekan.

#### 4.6 Menganalisa Keamanan Kuat Geser 2 Arah (Punching Shear)

Kuat geser dua arah, yang sering dikenal dengan istilah geser pons, mengacu pada kerusakan yang terjadi di sekitar kolom akibat pengaruh gaya geser. Kerusakan ini umumnya terjadi pada jarak sekitar setengah dari dimensi kolom ( $d/2$ ). Gaya geser yang bekerja menyebabkan deformasi pada struktur, yang dapat memengaruhi kestabilan dan kekuatan kolom tersebut. Kejadian ini mengindikasikan adanya distribusi gaya geser yang tidak merata pada elemen-elemen struktur, yang pada akhirnya berpotensi menurunkan kapasitas beban dan integritas keseluruhan bangunan.

#### 4.7 Perencanaan *Bored Pile*

Perencanaan tiang pondasi bor (*Bored Pile*) diasumsikan sama dengan kolom penampang berbentuk lingkaran atau bulat. Menghitung tulangan longitudinal tiang bor harus diekuivalenkan ke penampang berbentuk persegi sehingga dapat diketahui nilai eksentrisitas tiang saat kondisi seimbang. Tulangan spiral harus memiliki diameter minimal 10 mm karena pengecoran dilakukan dilokasi. jarak tulangan spiral minimal 25 mm dan maksimal 75 mm.

#### 4.8 Penurunan Tiang Pondasi

Penurunan yang terjadi dalam struktur pondasi dapat dikategorikan menjadi beberapa tahapan, yaitu penurunan segera, penurunan konsolidasi primer, dan penurunan konsolidasi sekunder. Setiap tahapan tersebut merupakan kontribusi dari berbagai komponen yang saling terkait dalam proses penurunan total pondasi. Secara lebih rinci, penurunan segera merujuk pada perubahan posisi pondasi yang terjadi dalam waktu singkat setelah pemberian beban, sementara penurunan konsolidasi primer dan sekunder mencerminkan pergeseran yang lebih lambat akibat perubahan kadar air dan tekanan pori dalam tanah di sekitar pondasi. Secara keseluruhan, jumlah dari kontribusi komponen ini menggambarkan total penurunan pondasi yang terjadi selama masa pelayanan struktur.

### **5. Analisa Manajemen Proyek (MK) meliputi:**

#### 5.1 Persyaratan Teknis

##### 5.1.1 Harga Satuan Pokok

Harga upah dan harga material proyek berdasarkan PERBUP Kab. Tulungagung No. 9 Tahun 2021.

##### 5.1.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi dapat dijelaskan melalui pendekatan yang menghubungkan kuantitas bahan bangunan yang diperlukan dengan besaran upah kerja. Proses ini memperhitungkan beberapa elemen penting, seperti harga material yang berlaku di pasar, standar upah pekerja sesuai dengan regulasi yang ada, serta estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap satuan pekerjaan konstruksi. Dengan demikian, analisis ini mencakup berbagai aspek yang mempengaruhi biaya keseluruhan, termasuk faktor eksternal yang dapat memengaruhi harga material dan tenaga kerja di lapangan.

## 5.2 Perhitungan

### 5.2.1 Perhitungan Volume Pekerjaan Warehouse

Perhitungan ini mencakup pekerjaan struktur atas, struktur bawah, dan plumbing.

### 5.2.2 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Penyusunan RAB didasarkan pada volume pekerjaan warehouse yang meliputi pekerjaan struktur atas, struktur bawah dan plumbing.

## 5.3 Penjadwalan

### 5.3.1 Kurva S

## 6. Analisa Plumbing dan Sumur Resapan meliputi:

### 6.1 Sistem Sanitasi Air Bersih

#### 6.1.1 Data distribusi air bersih, diantaranya:

##### 1. Gambar Teknik (denah/layout Gedung/lantai)

#### 6.1.2 Perhitungan Sistem Kebutuhan Air bersih

##### 1. Penaksiran kebutuhan air bersih

Untuk melakukan perhitungan terhadap kebutuhan air yang diperlukan, digunakan pendekatan penaksiran terhadap pasokan air bersih, yang meliputi metode-metode berikut:

- a. Perhitungan jumlah penghuni
- b. Perhitungan jenis dan jumlah alat plumbing
- c. Perhitungan beban unit alat plumbing

##### 2. Pemilihan sistem penyediaan dan pipa air bersih

##### - Pemilihan sistem penyediaan air bersih

Penyediaan air terutama air bersih memiliki sifat kebutuhan air yang beragam, tergantung penggunaan dari tiap gedung. Penggunaan tangki bawah untuk didistribusikan ke tangki atas yang selanjutnya dilanjutkan distribusi air bersihnya ke unit plumbing melalui pipa-pipa distribusi untuk melayani setiap unit beban dipilih dalam perencanaan penyediaan air bersih.

### 6.1.3. Menghitung kebutuhan air bersih

Kebutuhan air bersih yang diperlukan dihitung dengan menggunakan berbagai pendekatan metode estimasi. Berdasarkan data konsumsi air rata-rata per individu per hari ( $Q_h$ ), perhitungan ini memungkinkan penentuan total kebutuhan air bersih dalam sehari ( $Q_d$ ). Selanjutnya, dengan menganalisis pola konsumsi tersebut, dapat diperoleh nilai untuk kebutuhan air pada periode puncak harian ( $Q_h\text{-max}$ ) serta pada waktu puncak per menit ( $Q_m\text{-max}$ ). Proses perhitungan ini sangat bergantung pada prinsip dasar yang mengintegrasikan variabel-variabel konsumsi untuk menentukan kebutuhan air secara akurat dalam konteks waktu dan intensitas puncak (Noerbambang&Morimura 2005).

### 6.1.4. Perhitungan Kapasitas Tangki Bawah (Ground Water Tank)

Perencanaan kapasitas tangki air bawah tanah yang akan diimplementasikan didasarkan pada analisis terhadap kebutuhan konsumsi air harian serta pola distribusi air bersih yang disalurkan ke dalam tangki sepanjang periode pemakaian. Fungsi tangki air bawah (*Ground Water Tank*) untuk menyediakan air bersih bagi tangki atas (*reservoir*) yang nantinya akan disuplai ke pemakai. Rumus yang digunakan untuk perencanaan perhitungan tangki bawah (Noerbambang&Morimura 2005).

### 6.1.5. Perhitungan Volume Reservoir Atas (Roof Tank)

Tangki atas (*RoofTank*) memiliki kegunaan untuk menampung air selama kebutuhan puncak dan adanya tangki atas (*rooftank*) dengan kapasitas yang direncanakan untuk penggunaan yang cukup selama periode waktu kebutuhan puncak. Dimensi tangki atas (*rooftank*) yang direncanakan didasarkan pada banyaknya kebutuhan air tiap harinya disetiap unit beban. Sehingga perencanaan volume tangki

atas dapat dihitung dengan rumus (Noerbambang&Morimura 2005).

#### 6.1.6. Perhitungan Diameter Pipa

Perhitungan diameter pipa diperlukan untuk menentukan ukuran pipa yang sesuai dalam distribusi aliran air. Selain itu, perhitungan ini juga berfungsi untuk mengidentifikasi jenis pipa yang dibutuhkan dalam sistem tersebut. Diameter pipa dihitung dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang relevan, salah satunya adalah data debit aliran yang telah diperoleh dan dihitung pada tahap sebelumnya. Pemilihan diameter yang tepat bergantung pada hasil analisis terhadap parameter-parameter teknis yang ada, guna memastikan efisiensi dan kelancaran aliran dalam sistem perpipaan.

#### 6.1.7. Kehilangan energi

##### a. Head loss mayor

Head loss mayor dalam suatu sistem pipa dapat dihitung menggunakan diagram Moody. Diagram ini memberikan pemahaman mendalam tentang hubungan antara faktor-faktor yang mempengaruhi kerugian energi akibat gesekan, seperti kecepatan aliran, dan kekasaran permukaan pipa. Perhitungan ini penting dalam mendesain sistem perpipaan yang efisien, karena kerugian gesek dapat mempengaruhi performa aliran fluida dan meningkatkan kebutuhan energi dalam sistem. Dalam konteks ini, diagram Moody berfungsi sebagai alat analisis yang mempermudah identifikasi nilai kerugian gesek berdasarkan parameter-parameter tersebut.

##### b. Head loss minor

Head loss minor yaitu ukuran pengurangan tekanan yang dialami fluida saat melewati sistem aliran berpenampang. Faktor-faktor yang mempengaruhi head loss minor antara

lain: Sambungan pipa/ fitting atau sambungan pipa tanpa fitting/ butt fusion, belokan.

#### 6.1.8. Perhitungan Daya Pompa dan Tekanan

Perhitungan ini dilakukan untuk mengevaluasi efisiensi pompa yang akan diterapkan pada sistem. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi jumlah kebutuhan air bersih yang diperlukan dalam operasional unit bangunan gudang. Dengan demikian, perhitungan tersebut menjadi penting dalam memastikan kelayakan penggunaan pompa serta ketersediaan pasokan air bersih yang optimal, mendukung kelancaran fungsi operasional bangunan (*warehouse*).

#### 6.2 Sistem sanitasi air kotor

Perencanaan instalasi air kotor yaitu:

Air kotor yang disalurkan melalui berbagai perangkat plumbing, diteruskan ke fasilitas pengelolaan menggunakan sistem saluran tertutup. Sistem saluran tertutup ini dibedakan berdasarkan metode pengaliran air dan sumber asal air tersebut (Soufyan Noerbambang, 1991). Pembagian sistem saluran ini dapat dijelaskan lebih lanjut dengan rincian sebagai berikut:

1. Berdasarkan asal airnya, pembagian ini dikategorikan dalam 3 segmen:
  - a. Sistem terpisah (*separate system*), dapat diterapkan di daerah yang memiliki frekuensi hujan yang tinggi pada musim hujan, dan debit maksimal air limbah yang kecil jika dibandingkan dengan frekuensi air hujan yang terjadi.
  - b. Sistem tercampur (*combined system*), pada segmen ini air limbah, air hujan dan air lainnya dijadikan satu dalam satu saluran.
  - c. Sistem kombinasi (*pseudo separate system*), pada segmen ini air hujan dan air limbah yang ditampung pada musim

kemarau dijadikan menjadi satu saluran, tapi saat musim hujan akan dilakukan pemisahan saluran.

2. Berdasarkan sistem pengaliran, didasarkan pada topografi dan letak perencanaan. untuk penyalurannya dibagi menjadi 3, yaitu :

a. Pengaliran berdasarkan gravitasi, digunakan jika keberadaan air ada dibawah elevasi daerah penyerapan, sehingga digunakan potensial yang tinggi ke daerah pelayanan yang jauh.

b. Pengaliran berdasarkan pemompaan, digunakan jika elevasi air ada diatas elevasi pelayanan.

c. Pengaliran kombinasi, digunakan apabila menggunakan pompa dan reservoir.

- Perencanaan pembuangan air kotor dan air bekas.

```
graph TD; A[Kloset, hidran] --> B[Pipa Air Kotor]; B --> C[Septic tank];
```

- Penentuan dimensi pipa air kotor dan pipa ven.

Pada perencanaan penggunaan dimensi diameter pipa air buangan yang digunakan didasarkan pada (Noerbambang dan Morimura, 2005).

- Perencanaan penempatan lubang pembersih/clean out.

- Perencanaan kapasitas septic tank.

Penggunaan septic tank merupakan opsi pengelolaan limbah cair yang paling sederhana, pengelolaannya

dilakukan secara anaerob (kerja bakteri anaerob yang tidak membutuhkan oksigen). Kotoran manusia dapat hilang dalam 24 jam dikarenakan adanya bakteri yang sangat banyak didalam septik tank. Septik tank dapat bekerja tidak maksimum dikarenakan jika kondisi kehidupan bakteri anaerob terganggu, kondisi lainnya adalah masuknya sabun dalam kondisi septik tank. Maka perlu direncanakan perencanaan septik tank agar dapat bekerja secara optimum, dengan adanya ketentuan : (Megawati, 2015)

- a. Dinding yang kedap air.
- b. Tersedianya area peresapan.
- c. Rancangan yang dibutuhkan mengacu pada produksi limbah cair yang dihasilkan sebesar 100 liter per orang setiap harinya.

Analisa ini dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas air kotor pada sanitasi pada unit bangunan gudang (*warehouse*) dan kebutuhan dari alat-alat yang akan digunakan untuk sanitasi air kotor.

### 6.3 Pekerjaan pembuatan sumur resapan

#### 6.3.1. Perhitungan Curah Hujan Maksimal

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan curah hujan maksimal, perhitungan curah hujan maksimal menggunakan beberapa metode, antara lain: metode normal, metode log normal, metode gumbal, dan metode log person III. Dari perhitungan beberapa metode tersebut akan dilakukan rekapitulasi syarat analisa frekuensi curah hujan. Metode yang memenuhi persyaratan akan digunakan untuk dilakukan perhitungan selanjutnya.

#### 6.3.2. Penentuan debit kala ulang tahunan

#### 6.3.3. Analisa debit rancangan

Untuk mendapatkan koefisien permukaan ( $\bar{C}$ ), dan intensitas hujan (I), dan debit rancangan tanpa sumur resapan maka perlu dilakukan Analisa debit rancangan.

6.3.4. Perancangan Dimensi Dan Jumlah Sumur Resapan Air Hujan  
Koefisien permukaan dan intensitas hujan digunakan untuk perencanaan dimensi sumur resapan. Sedangkan debit masuk rancangan dan tinggi rencana (H) digunakan untuk menentukan jumlah sumur resapan yang akan direncanakan.

6.3.5. Perbandingan Debit Limpasan

Agar mengetahui efektifitas adanya sumur resapan maka dilakukan perhitungan perbandingan debit limpasan. Data yang dianalisa mencakup perbandingan antara debit limpasan yang tercatat sebelum implementasi sumur resapan dan setelah penerapan sumur resapan.

## **7. Pelaporan**

### **1.7 Jangka Waktu Pelaksanaan**

Waktu pelaksanaan pekerjaan ini adalah 180 (*seratus delapan puluh*) hari kalender.

### **1.8 Sistematika Penyusunan Proposal**

Untuk mendukung penyajian pembahasan yang lebih terstruktur dan mendalam, tugas ini dibagi menjadi lima bab utama yang masing-masing terbagi lagi ke dalam sub-bab. Struktur penulisan dalam penyusunan Capstone Design Project ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan secara umum tentang latar belakang, maksud dan tujuan, lokasi pekerjaan, lingkup pekerjaan, uraian kegiatan utama dan sistematika susunan laporan pendahuluan.

#### **BAB 2 GAMBARAN UMUM LOKASI STUDI**

Bab ini menyajikan lokasi pekerjaan, kondisi topografi, kondisi geologi dan mekanika tanah, hidroklimatologi dan kondisi sosial ekonomi dan kondisi fisik lokasi pembangunan.

#### **BAB 3 PENGUMPULAN DATA DAN SURVEI AWAL**

Bab ini menjelaskan mengenai kegiatan pengumpulan data sekunder yang sudah terkumpul pada tahap awal. Dan menjelaskan tentang pelaksanaan observasi/peninjauan lapangan awal, informasi yang berhasil dikumpulkan dan hasil identifikasi.

#### BAB 4 METODOLOGI

Bab ini berisi lingkup kegiatan, tahapan pekerjaan, pemilihan teori dasar dan standar yang digunakan, rencana kegiatan analisa, desain penggambaran.

#### BAB 5 STRUKUR ORGANISASI

Bab ini melampirkan susunan organisasi pelaksanaan kegiatan perencanaan agar semua aktivitas dan alur pekerjaan dapat terkoordinasi secara baik dan lancar.

#### BAB 6 JADWAL PENUGASAN

Bab ini berisi tentang rencana penugasan dan durasi kegiatan yang akan dilaksanakan.

#### BAB 7 PROGRAM KERJA

Bab ini memaparkan pelaksanaan kegiatan yang telah dilaksanakan, serta merinci rencana tindak lanjut yang direncanakan untuk tahap-tahap kegiatan selanjutnya.