

8. SPESIFIKASI TEKNIS

- a. Secara umum, spesifikasi teknis pekerjaan mengacu pada DED hasil perencanaan dan dokumen teknis terkait yang ditetapkan oleh konsultan perencanaan dan PPK.
- b. Spesifikasi harga.
Nilai penawaran yang disampaikan penyedia paling rendah sebesar 80% dari total nilai HPS.
- c. Spesifikasi waktu.
Jangka waktu pelaksanaan pekerjaan adalah 180 (seratus delapan puluh) hari kalender atau maksimal selesai pada tanggal 18 Desember 2026.
- d. Spesifikasi teknis pelaksanaan.
Penyedia wajib menyampaikan metodologi kerja, organisasi pelaksanaan pekerjaan, serta Rencana Keselamatan Konstruksi (RKK) sesuai ketentuan yang berlaku.
- e. Spesifikasi material.

Spesifikasi material mengacu pada ketentuan minimum sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan

- (a) Perancah (Scaffolding): Pipa baja galvanis standar BS 1139 atau SNI, dilengkapi dengan *base plate*, *catwalk* pelat baja, dan *safety tagging* harian.
- (b) Proteksi Area: Terpal kanvas *fire-retardant* (tahan percikan api las) standar industri.
- (c) Alat Potong Baja: Mesin potong plasma (*plasma cutter*) atau blender potong (*oxy-acetylene*) yang dilengkapi dengan *flashback arrestor*.

2. Pekerjaan Struktur

- (a) Beton Pedestal & Ground Tank: Beton Ready Mix mutu minimum K-300 ($f_c' \geq 25$ MPa) integral waterproofing sesuai SNI 2847:2019. Baja Tulangan Sirip (BjTS) mutu 420B (Ulr) sesuai SNI 2052:2017.
- (b) Perbaikan Retak Beton (Injeksi): Epoxy resin injection berbahan dasar polyurethane atau epoxy dengan kuat tekan akhir melebihi mutu beton eksisting.
- (c) Profil Baja Pengganti: Baja profil (WF 250x125, Castela 375x125, Castela 300x100) mutu baja struktural dengan kuat tarik minimum 400 MPa sesuai SNI 1729:2020.
- (d) Baja Gording & Rangka Atap: Profil CNP 150x45x2,3. Tambahan tranktank Ø 12 mm dan ikatan angin baja tulangan polos Ø 16 mm.
- (e) Baut Sambungan Baja: Baut High Tension Bolt (HTB) tipe ASTM F3125 mutlak digunakan untuk memenuhi torsi standar (min. 200 Nm untuk M16, 400 Nm untuk M20).
- (f) Material Las Baja: Kawat las tipe E7018 (Low hydrogen) / E70XX untuk memastikan tegangan leleh sambungan ekuivalen.
- (g) Raised Floor Lantai 2: Panel HPL/Calcium Sulphate atau Steel Cementitious ukuran standar 600x600 mm tipe Heavy Duty (Kapasitas

beban terpusat > 5 kN, beban merata > 15 kN/m² disesuaikan dengan beban ruang arsip). Dilengkapi pedestal baja galvanis tahan karat.

3. Pekerjaan Arsitektur

- (a) Penutup Atap: Seng Galvalum ketebalan 0,40 mm. Lapisan ini diintegrasikan dengan peredam panas berbahan aluminium bubble foil dan wiremesh roofmesh tebal 1,5 mm.
- (b) Talang Air: Pelat seng galvalum ketebalan 0,4 mm yang diperkuat dengan profil baja siku 40.40.4.
- (c) Dinding Rumah Pompa: Bata ringan tebal 10 cm, plesteran semen instan, acian, dan cat eksterior jenis weathershield.
- (d) Pintu & Jendela Aluminium: Kusen profil aluminium 4 inchi (powder coated warna standar), kaca polos/tempered 5-6 mm.
- (e) Cat Pintu Besi/Pagar: Lapis pertama primer Zinc Chromate (Epoxy based), diikuti pelapis akhir Polyurethane (PU) 2 komponen yang tahan cuaca dan gesekan loading-unloading.

4. Pekerjaan Mekanikal

- (a) Pompa Pemadam Kebakaran: Paket pompa standar NFPA 20 (Electric, Diesel, Jockey Pump).
- (b) Pipa Instalasi Pemadam: Pipa Black Steel (BS) SCH 40 seamless/seam welded untuk jalur instalasi pemadam kebakaran, dicat warna Signal Red.
- (c) Sistem Penyambungan Pipa: Grooved coupling atau penyambungan las (welded) dengan pengetesan hidrostatik.

5. Pekerjaan Elektrikal

- (a) Kabel Listrik & Keamanan: Kabel NYY/NYM standar SNI (Supreme/Kabelmetal atau setara) terbungkus conduit *High-Impact uPVC flame retardant*. Kabel FRC (*Fire Resistant Cable*) digunakan khusus untuk jalur suplai pompa pemadam dan alarm.
- (b) Fire Alarm System: *Smoke detector* jenis *Photoelectric* atau *Optical*.

6. Pekerjaan Plumbing

- (a) Pipa Instalasi: Pipa air bersih menggunakan PVC Kelas AW, sedangkan pipa buangan menggunakan PVC Kelas D.
- (b) Pipa Air Hujan: Pipa vertikal menggunakan PVC ukuran 4 inchi.

7. Pekerjaan Halaman Depan

- (a) Lapis Pondasi Bawah: Lapisan *base course* menggunakan Agregat Kelas A setebal 15-20 cm.
- (b) Perkerasan: Disarankan menggunakan *Rigid Pavement* (Beton K-350, tulangan *wiremesh* M8) atau Paving Block mutu K-400/K-500 ketebalan 8-10 cm berjenis *interlocking* yang didesain untuk lalu lintas beban berat (*Heavy Duty Traffic*).

f. Work Breakdown Structure (WBS) & Metoda Kerja.

WBS dan Metode kerja mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan ini menjadi sangat kritis karena bangunan berdempetan dengan fasilitas operasional yang aktif.

(a) WBS:

- Pemagaran sementara dan proteksi area kerja.
- Pembongkaran penutup atap, rangka atap, tangga, dan pelat lantai 2 eksisting.
- Pembersihan lokasi dan hauling material sisa.
- Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) - 9 Komponen.

(b) Metode Kerja:

- Pembongkaran Segmental (Low-Impact): Karena kolom digunakan bersama, pembongkaran lantai 2 dan atap tidak boleh menggunakan alat berat yang menghasilkan getaran ekstrem. Pemotongan elemen baja dilakukan menggunakan las potong/plasma cutting secara segmental per bentang, diturunkan perlahan menggunakan chain block atau mobile crane berkapasitas kecil yang bisa bermanuver di dalam area gudang.
- Proteksi Tetangga: Pemasangan safety net dan terpal fire-retardant pada batas dinding/kolom yang bersinggungan dengan gudang sebelah untuk mencegah rambatan api dari pekerjaan pemotongan baja (hot works) dan debu.
- SMKK: Integrasi pendataan K3 harian (bisa diotomatisasi menggunakan dashboard inspeksi harian). Implementasi 9 komponen meliputi penyediaan APD lengkap (helm, safety harness untuk pekerja atap, kacamata las), pemasangan rambu peringatan, fasilitas kesehatan/P3K, dan jaring pelindung.

2. Pekerjaan Struktur

Fokus utama adalah perbaikan koneksi dan penggantian balok deformasi, tanpa harus membebani kolom eksisting.

(a) WBS:

- Struktur Bawah: Injeksi perbaikan retak pedestal.
- Struktur Atas: Penggantian balok melendut, perkuatan dan penggantian sambungan baut/las, instalasi lantai 2 raised floor, penggantian rangka atap.
- Ground Tank: Galian, bekisting, pembesian, pengecoran beton kedap air.

(b) Metode Kerja:

- Perbaikan Sambungan & Balok: Pada area baseplate dan sambungan balok yang hasil Dye Penetrant Test-nya berstatus reject, las lama akan di-gouge/dibersihkan lalu dilas ulang (re-welding) oleh welder bersertifikat (3G/4G). Baut eksisting M16 dan M20 yang torsi-nya di bawah standar (100-200 Nm) diganti seluruhnya.
- Instalasi Raised Floor: Rangka baja penyangga raised floor didesain agar menumpu pada grid balok baru yang pembagian bebannya didekatkan ke titik kaku (nodal) kolom atau disalurkan independen,

menghindari beban momen berlebih di tengah bentang balok eksisting.

- Struktur Atap: Pemasangan gording CNP 150x45x2.3 dan ikatan angin 16 mm.

3. Pekerjaan Arsitektur

(a) WBS:

- Rumah Pompa: Pasangan dinding, plesteran, acian, pengecatan dinding dan lantai.
- Pintu dan Jendela: Bongkar kusen lama, pasang kusen dan daun pintu/jendela aluminium.
- Pintu Besi Gudang: Inspeksi karat, sandblasting/sikat mekanis, proteksi anti-karat, pengecatan.
- Pintu Pagar Depan: Perbaikan engsel, pelurusan rel, pengecatan ulang.

(b) Metode Kerja:

- Penggantian kusen dilakukan setelah area bersih dari debu pembongkaran.
- Pemeliharaan pintu besi dan pagar depan menggunakan metode mechanical cleaning (wire brush cup) diikuti aplikasi primer secara *airless spray* agar menjangkau pori baja yang mulai berkarat, tidak disarankan memakai kuas agar ketebalan cat (*Dry Film Thickness*) merata.

4. Pekerjaan Mekanikal

(a) WBS:

- Instalasi pompa hydrant/sprinkler di rumah pompa (Electric, Diesel, Jockey).
- Sistem sirkulasi udara (exhaust fan/HVAC).

(b) Metode Kerja:

Pemipaan jalur pemadam diletakkan *exposed* (di bawah *raised floor* atau digantung di pelat beton lantai 1) dengan *support* dudukan (*bracket*) independen yang difiksasi dengan *chemical anchor*.

5. Pekerjaan Elektrikal

(a) WBS:

- Panel distribusi listrik utama (LVMDP) dan instalasi kabel.
- Pemasangan Smoke Detector di lantai 2.
- Pemasangan titik CCTV dan Fire Alarm System (Bell, Indicator Lamp, Manual Call Point).

(b) Metode Kerja:

Penarikan kabel lantai 2 dilakukan terintegrasi di dalam *cable tray* di bawah ruang *raised floor*, memastikan kerapian dan kemudahan *maintenance*. Konfigurasi kabel tidak boleh bersinggungan langsung dengan struktur rangka baja *raised floor* tanpa isolator/konduit.

6. Pekerjaan Plumbing

(a) WBS:

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik

yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN).

- Instalasi pipa air bersih & air kotor (toilet/staff).
 - Drainase air hujan dari atap ke saluran buangan luar.
- (b) Metode Kerja:
Pemasangan talang air horizontal disetting dengan kemiringan minimal 1-2% ke arah *downspout* pipa vertikal untuk mencegah genangan (*ponding*) pada atap.

7. Pekerjaan Halaman Depan

- (a) WBS:
- Perbaikan kontur area parkir/loading.
 - Pemadatan lapisan tanah dasar (subgrade) dan base course.
 - Pemasangan perkerasan (Rigid/Paving block).
- (b) Metode Kerja:
Pengelupasan aspal/tanah lunak lama, perataan level (elevasi -150), dan pemadatan menggunakan *vibro roller* kecil. Mengingat area ini dipakai manuver damkar dan *loading* barang berat, pemadatan CBR tanah dasar harus optimal.

g. Spesifikasi Proses

1.1. Pekerjaan Persiapan & Bongkaran

Berikut adalah rincian kegiatan yang dilakukan:

1) Pekerjaan Persiapan (Preliminary Works)

Fase ini bertujuan mengatur logistik dan administrasi lapangan sebelum pekerjaan fisik dimulai, yang terdiri dari:

- **Mobilisasi & Demobilisasi:** Pengiriman alat berat (seperti *excavator* kecil jika diperlukan), alat bantu kerja (katrol/hoist, dll.), tenaga kerja, dan material ke lokasi proyek.
- **Pemagaran & Pengamanan Area:** Pemasangan pagar proyek (seng/panel) untuk membatasi akses publik dan pemasangan rambu-rambu K3.
- **Penyediaan Fasilitas Sementara:** Pembuatan direksi keet (kantor lapangan), gudang material sementara, serta penyambungan air dan listrik kerja.
- **Pengukuran Ulang (Uitzet/stacking out):** Melakukan pengukuran kembali luas lahan dan penentuan titik elevasi (level lantai 1 dan 2) sesuai gambar rencana.
- **Dokumentasi 0%:** Pengambilan foto kondisi awal bangunan secara menyeluruh untuk keperluan laporan progress.

2) Pekerjaan Bongkaran (Demolition Works)

Pekerjaan ini harus dilakukan dengan urutan **Top-Down** (dari atas ke bawah) untuk menjaga stabilitas struktur.

- **Pembersihan Lahan (Site Clearing):** Membersihkan semak, puing, atau barang-barang lama yang tidak digunakan di dalam gudang.
- **Bongkaran Non-Struktural:**
 - Pembongkaran penutup atap (seng/spandek).
 - Pembongkaran plafon, pintu, dan jendela yang rusak/pecah kacanya.
 - Pengelupasan lantai lama (keramik/beton rusak) jika akan dilakukan *floor hardening* atau pengecoran ulang.
 - Pembongkaran dan perbaikan saluran eksisting sesuai kebutuhan desain renovasi.
- **Bongkaran Struktural:**
 - Pembongkaran rangka atap
 - Pembongkaran/chipping pedestal kolom yang telah getas/rapuh
- **Pemutusan Utilitas:** Mematikan dan mengamankan jalur kabel listrik lama dan pipa air agar tidak terjadi kecelakaan saat proses pembongkaran.
- **Pembuangan Puing:** Pengangkutan seluruh sisa material bongkaran keluar dari lokasi proyek (disposal) agar area kerja tetap bersih dan aman.

1.2. Pekerjaan Struktur

Pekerjaan struktur dalam renovasi gudang 2 lantai tersebut difokuskan pada kelayakan menerima beban dan rencana fungsi operasionalnya, mengantisipasi terhadap peningkatan kapasitas beban, terutama jika terdapat perubahan fungsi area (misalnya dari lantai kantor menjadi penyimpanan berat).

Perkuatan ini sangat teknis, diperlukan dan harus didasarkan pada hasil *assessment* kekuatan struktur eksisting.

Secara prinsip, kebutuhan pekerjaan struktur mengikuti hasil dari *assessment* dan perencanaan yang telah dilakukan dengan mengikuti rencana kebutuhan pemilik Gudang. Dan berikut adalah tahapan dan metode yang akan atau jika diperlukan untuk dilakukan pada pekerjaan struktur/perkuatan dimaksud:

1) Tahap Persiapan

Sebelum pengerjaan fisik, kontraktor harus melakukan evaluasi kondisi aktual:

- **Cek Data Tes Struktur:** memeriksa dan mempelajari data Perencanaan yang telah mencakup hasil tes struktur dengan melakukan pengujian material seperti *hammer test* atau *UPV* untuk mengetahui mutu beton lama dan struktur baja yang ada.

- **Analisis Beban:** Menghitung kembali simulasi kapasitas struktur terhadap beban rencana baru (terutama beban mati dan beban hidup di lantai 2).
- **Pembersihan Permukaan:** Membersihkan beton lama dari cat atau lumut agar material perkuatan baru dapat menempel (*bonding*) dengan maksimal.

2) Metode Perkuatan Kolom dan Balok

Pekerjaan ini dilakukan untuk meningkatkan kekuatan tekan dan lentur elemen utama gedung:

- **Concrete Jacketing:** Membungkus kolom atau balok lama dengan tulangan baja baru dan menambah lapisan beton (sekitar 7,5–15 cm). Ini meningkatkan kekuatan secara signifikan namun memperbesar dimensi struktur.
- **FRP (Fiber Reinforced Polymer) Wrapping:** Membungkus elemen struktur menggunakan lembaran serat karbon (*carbon wrap*). Metode ini sangat populer karena ringan, tidak menambah beban mati, dan prosesnya cepat tanpa memperbesar dimensi kolom secara drastis.
- **Steel Plate Bonding/Steel Jacketing:** Menempelkan pelat baja pada permukaan beton menggunakan baut angkur (*bolt*) atau lem epoxy khusus. Cocok untuk perkuatan pada bentang balok yang panjang.

3) Perkuatan Lantai (Plat Dak)

Khusus untuk gudang 2 lantai, lantai atas seringkali memerlukan perkuatan tambahan (disesuaikan dengan fungsi dasar maupun kebutuhan di masa depan), juga akan berpengaruh kepada ketersediaan budget, yakni antara lain:

- **Penambahan Tulangan (*Bar Planting*):** Menambah besi tulangan baru atau wiremesh dengan cara mengebor beton lama dan merekatkannya menggunakan *chemical anchor*.
- **Micro Concrete / Grouting:** Penggunaan semen berkekuatan tinggi (*non-shrink grout*) untuk mengisi rongga atau celah setelah proses *jacketing*.
- **Injeksi Epoxy:** Mengisi retakan halus pada struktur beton untuk mengembalikan integritas dan kekakuan elemen tersebut.

4) Pembuatan Coring/lubang jalur lift barang

Membuat lubang (*opening*) pada dak beton eksisting untuk jalur lift barang adalah pekerjaan berisiko tinggi karena dapat memengaruhi integritas struktur bangunan.

Berikut adalah langkah-langkah teknis dan metode yang benar:

1. Survei Struktur (Wajib)

Sebelum memotong, harus dipastikan posisi balok utama (*beam*).

- Jangan memotong balok: Lubang lift hanya boleh dibuat pada area pelat lantai (slab). Memotong balok utama dapat menyebabkan kegagalan struktur (ambruk).
- Deteksi Tulangan: Gunakan alat *Rebar Scan* jika memungkinkan untuk mengetahui kepadatan besi tulangan di area yang akan dipotong.

2. Pemasangan Perkuatan Sementara (*Shoring*)

Sebelum pemotongan dimulai:

- Pasang penyangga sementara (*scaffolding* atau *stut jack*) di lantai bawah tepat di bawah area yang akan dipotong. Ini untuk menahan beban dak agar tidak jatuh tiba-tiba saat terputus.

3. Metode Pembuatan Lubang

Ada dua metode yang disarankan agar tidak menimbulkan getaran berlebih yang merusak beton di sekitarnya:

- **Metode Core Drill (Paling Aman):** Membuat lubang-lubang kecil berurutan (seperti jahitan) di sekeliling area lift menggunakan mesin *core drill*. Setelah lubang terhubung, blok beton di tengah bisa diangkat. Getarannya sangat rendah sehingga aman untuk bangunan kopel.
- **Metode Diamond Saw Cutting:** Menggunakan gergaji beton besar dengan mata pisau intan. Hasil potongannya sangat rapi dan presisi, namun membutuhkan peralatan spesifik dan air sebagai pendingin.
- **Hindari Jack Hammer Besar:** Getaran dari *jack hammer* dapat merusak ikatan beton dan besi (*bonding*) pada area di luar lubang, yang bisa memicu keretakan menjalar ke rumah sebelah.

4. Perkuatan Tepi Lubang (*Beaming*)

Setelah beton dilubangi, kekuatan dak akan berkurang karena besi tulangan terputus. sehingga harus memasang balok penguat baru di sekeliling lubang:

- Balok Baja (WF/UNP): Pasang rangka baja di bawah tepi lubang yang baru dibuat dan tumpukan ke balok beton eksisting menggunakan *chemical anchor*.
- Carbon Fiber (FRP): Jika beban lift tidak terlalu berat, penambahan lapisan serat karbon di sekeliling lubang bisa membantu memperkuat sisa dak.

5. Finishing Jalur Lift

- Memastikan tepi lubang dihaluskan dan dibuatkan *curb* (tanggulan beton kecil) setinggi 5-10 cm di sekeliling lubang agar air atau kotoran dari lantai tidak jatuh ke dalam lubang lift.

Berikut adalah rekomendasi teknis untuk mendukung beban 2.5 ton pada bangunan Gudang kopel tersebut:

1. Perkuatan Wajib dengan Balok Baja (H-Beam/WF)

Tidak boleh mengandalkan sisa pelat beton untuk menahan beban unit lift dan muatannya.

- Frame Keliling: Pasang balok baja (minimal WF 200 atau WF 250) di bawah sekeliling lubang dak yang baru dipotong.
- Sistem Penumpu: Ujung-ujung balok baja ini harus "ditanam" atau ditumpu pada kolom struktur beton yang ada menggunakan *base plate* dan *bolt* (baut) kimia. Jika kolom beton tidak cukup kuat, perlu membuat kolom baja tambahan langsung dari lantai dasar (pondasi baru).

2. Pondasi Khusus Lift (Pit Lift)

Beban 2.5 ton akan terkonsentrasi di lantai dasar saat lift turun atau berhenti.

- Beban Statis & Dinamis: Saat lift mengerem, beban sesaat bisa mencapai lebih dari 3-4 ton.
- Pondasi Baru: wajib membuat pondasi *pit lift* (lubang bawah) dengan beton bertulang yang tebal (minimal 20-30 cm/ sesuai standar pabrikan lift barang) dan terpisah dari lantai gudang standar agar tidak terjadi retak pada lantai sekitarnya.
- Tanah di sepanjang Daan Mogot (Kalideres) cenderung lunak, sehingga treatment pondasinya perlu dilakukan sebagai berikut:
Pondasi Pit: Untuk menahan beban statis dan dinamis lift 2.5 ton (total beban dengan unit bisa mencapai 4 ton), pondasi pit tidak bisa hanya sekedar lantai beton biasa. Disarankan menambah minipile atau cerucuk matras beton di bawah lantai pit agar tidak terjadi penurunan (*settlement*) di kemudian hari.
- Wilayah Kalideres/Daan Mogot memiliki muka air tanah yang dangkal.

Risiko: Jika menggali pit (lubang bawah) untuk lift sedalam 1–1.5 meter, ada risiko besar air merembes masuk (banjir di dalam pit).

Solusi: Pit harus dibuat dengan sistem full waterproofing (integral waterproofing) dan menggunakan beton K-300. Jika memungkinkan, gunakan sistem hidrolik indirect (piston di samping) agar tidak perlu menggali lubang silinder terlalu dalam ke tanah.

3. Distribusi Beban pada Bangunan Kopel

Mengingat ini bangunan kopel:

- Hindari Menempel Dinding Kopel: Sebisa mungkin struktur lift (rel dan mesin) dibuat berdiri sendiri menggunakan rangka baja (*self-supporting structure*).
- Getaran: Lift barang kapasitas besar menghasilkan getaran dan suara. Gunakan *rubber mounting* (peredam karet) padaudukan mesin agar getaran tidak merambat ke rumah tetangga sebelah.

4. Metode Pemotongan untuk 2.5 Ton

Karena area yang dipotong pasti cukup luas (minimal 2x2 meter atau lebih):

- Gunakan Diamond Saw Cutting agar potongan presisi dan tidak retak rambut, serta metode ini sangat cepat dan minim debu.
- Pemotongan harus dilakukan per blok kecil (misal dibagi 4-6 blok) agar saat diturunkan, berat blok beton tersebut tidak menghantam lantai bawah dan merusak pondasi atau pipa di bawah tanah.

5. Keamanan Operasional

- *Safety Gear*: Pastikan lift dilengkapi *safety gear/governor* yang mampu mengunci otomatis jika kabel putus, mengingat beban 2.5 ton sangat berbahaya jika jatuh bebas.
- Pagar Pengaman: Karena melubangi dak, sesuai pertimbangan safety, wajib ada pagar pengaman di setiap lantai agar orang tidak terperosok ke lubang lift.

6. Perizinan & Ruang Bebas (Clearance)

Berdasarkan peraturan dan regulasi wilayah, perlu dipastikan:

- **SLF (Sertifikat Laik Fungsi)**: Penambahan lift barang adalah perubahan struktur. Sehingga perubahan ini sebaiknya dicatatkan agar SLF tetap berlaku.
- **Tinggi Ruang Atas (Overhead)**: Memastikan lantai paling atas memiliki ruang kosong yang cukup untuk *clearance* saat lift berada di titik tertinggi agar piston tidak mentok ke plafon/atap.

5) Perkuatan Pondasi (Jika Beban Bertambah Drastis)(jika diperlukan)

- **Underpinning / Micropile**: Menambahkan tiang-tiang kecil di sekitar pondasi lama untuk menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih keras.

Untuk melakukan proses treatment struktur pondasi, cukup sulit untuk dilakukan karena kondisi bangunan merupakan kopel/gandeng antar bangunan di sisi kiri dan kanan, dan memiliki dinding bersama.

Melakukan perkuatan pondasi pada bangunan kopel memiliki tantangan khusus karena berbagi satu dinding dan struktur bawah dengan tetangga. Jika memperkuat sisi bangunan Gudang sendiri saja tanpa koordinasi, ada risiko terjadi penurunan tanah yang tidak merata (*differential settlement*) yang justru memicu keretakan pada bangunan sebelah.

Berikut adalah langkah-langkah teknis untuk melakukan perkuatan pondasi gudang kopel:

1. Metode "Micropile" atau "Suntik" Pondasi

Ini adalah cara paling umum untuk bangunan yang sudah berdiri.

- **Cara kerja:** Menanam tiang pancang kecil (diameter 15-20 cm) di titik-titik kolom utama menggunakan alat *jack-in* manual agar getarannya minim dan tidak merusak bangunan tetangga.
- **Keunggulan:** Tidak perlu membongkar seluruh lantai gudang.

2. Penambahan "Footplat" (Cakar Ayam) Tambahan

Jika akan menambah lantai atau menggunakan rak berat (*heavy duty racking*):

- **Gali di titik kolom:** Gali lubang di titik kolom yang menempel pada dinding pembatas kopel.
- **Pondasi Eksentrik:** Karena tidak bisa menggali ke area tetangga, gunakan desain **Pondasi Telapak Eksentrik**. Artinya, tiang kolom berada di pinggir plat pondasi, bukan di tengah, agar seluruh struktur bawah tetap berada di lahan sendiri.

3. Pengalihan Beban dengan "Sloof" Perkuatan

Sloof adalah balok beton mendatar yang menghubungkan antar pondasi.

- **Cara:** Memperbesar ukuran sloof atau menambah sloof baru yang lebih kaku di sepanjang dinding kopel. Ini berfungsi untuk meratakan beban gudang sehingga jika terjadi penurunan, bangunan akan turun secara bersamaan (tidak miring ke satu sisi).

4. Perkuatan Tanah (Grouting)

Jika masalahnya adalah tanah yang turun:

- **Cara:** Menyuntikkan cairan semen atau kimia khusus ke dalam tanah di bawah pondasi. Cairan ini akan mengeras dan memadatkan butiran

tanah, sehingga daya dukung tanah meningkat tanpa harus banyak menggali.

Hal Penting yang Wajib Diperhatikan:

- **Izin Tetangga:** Karena dinding kopel bersifat satu kesatuan, getaran saat pengerjaan bisa meretakkan keramik atau dinding tetangga. Pastikan ada kesepakatan tertulis sebelum mulai.
- **Dilatasi (Pemisahan Struktur):** Jika memungkinkan, membuat struktur mandiri untuk bagian dalam gudang sehingga beban barang tidak bertumpu pada dinding kopel yang berbagi dengan tetangga.

Seluruh pekerjaan struktur ini harus dilakukan secara teliti karena kesalahan pada tahap ini berisiko menyebabkan kegagalan bangunan di kemudian hari.

1.3. Pekerjaan Arsitektur (lantai, dinding, plafon, pengecatan).

Pekerjaan arsitektur pada renovasi gudang bertujuan untuk meningkatkan fungsionalitas area penyimpanan serta estetika area kantor pada gudang dimaksud. Mengingat luasnya mencapai $\pm 790 \text{ m}^2$, berikut rincian teknis kegiatannya:

1) Pekerjaan Lantai (Flooring)

Fokus utama gudang adalah ketahanan beban dan kemudahan pembersihan.

- **Floor Hardener:** Penaburan bubuk material khusus pada permukaan beton basah untuk meningkatkan kekerasan lantai agar tahan gesekan alat berat/forklift.
- **Epoxy Coating:** Pelapisan cat resin kimia untuk area yang membutuhkan standar kebersihan tinggi atau laboratorium. Biasanya diaplikasikan dengan ketebalan 1000–3000 mikron.

Tahap Pewarnaan (Top Coat / Finishing)

Untuk gudang, biasanya digunakan warna standar industri seperti **Light Grey**, **Dark Grey**, atau **Green**.

- **Metode:** Cairan epoxy yang sudah dicampur pigmen warna dituang ke lantai, lalu diratakan menggunakan **Raskam/Trowel** bergerigi, kemudian di-roll menggunakan rol khusus yang memiliki duri (*spike roller*) untuk membuang gelembung udara.
- **Ketebalan:** Untuk gudang beban berat, disarankan ketebalan minimal **1.000 - 2.000 micron (1-2 mm)**.

Pemberian Marka (Line Marking)

Setelah warna dasar kering (sekitar 12-24 jam), bisa menambahkan garis pembatas atau marka jalan (misalnya warna kuning) menggunakan cat epoxy khusus marka.

Penting:

- Harus dibuat marka khusus di sekeliling **lubang lift barang** sebagai zona bahaya/peringatan.
- **Anti-Slip:** Karena area kawasan cenderung lembap, perlu penambahan *anti-slip agent* (tekstur kulit jeruk) pada *top coat* agar lantai tidak licin saat terkena tetesan oli atau air.
- **Kelembapan Beton:** Pastikan kadar air dalam beton di bawah 5% sebelum mulai. Jika ditemukan beton masih basah karena rembesan air tanah, epoxy akan melembung (*bubbling*) dan terkelupas dalam hitungan bulan.
- **Pemasangan Keramik/Granit:** Biasanya terbatas pada area kantor pada masing-masing lantai (ukuran 60x60 cm) atau toilet menggunakan material agak kasar/tidak licin ukuran 30x30 cm.

2) Pekerjaan Dinding

- **Plester & Aci:** Perbaikan permukaan dinding yang retak atau tidak rata setelah proses bongkaran/perkuatan struktur, atau akibat kondisi eksisting.
- **Pemasangan Partisi:**
 - Penggunaan Gypsum untuk area kantor atau Kalsiboard/GRC untuk area yang lebih lembap.
 - Penggunaan rangka hollow sebagai berikut:
 - 40 x 40 mm: Digunakan sebagai rangka utama (tiang/stud dan rel/track).
 - 20 x 40 mm: Digunakan sebagai rangka pembagi atau pengaku di bagian tengah agar partisi lebih stabil.
 - Ketebalan 0,40 mm - 0,50 mm.
 - Jenis material hollow galvalume/zincalume
- **Pemasangan Dinding Bata/Hebel:**
 - Pembangunan sekat ruangan baru atau penutupan lubang bekas bongkaran.
 - Pengerjaan area toilet tambahan.

- **Pekerjaan Sealant:** Penutupan celah antara dinding dengan kusen atau panel untuk mencegah rembesan air dan debu.

3) Pekerjaan Plafon (Ceiling)

- **Plafon Gypsum:** Menggunakan rangka *hollow galvanis*, biasanya dipasang pada area kantor atau ruang rapat di lantai 2 untuk tampilan yang rapi dan proporsional.
- **Plafon GRC/PVC:** Dipasang pada area yang rentan bocor atau toilet karena lebih tahan air.
- **Exposed Ceiling:** Di area gudang utama, plafon sering dibiarkan terbuka (tanpa penutup) untuk memudahkan akses perawatan rangka atap bangunan, penutup atap, pipa pemadam kebakaran dan kabel *fire alarm*.

4) Pekerjaan Pengecatan (Finishing)

- **Cat Dinding Interior:** Penggunaan cat emulsi berbahan dasar air (*water-based*) dengan minimal 2-3 lapis setelah pemberian cat dasar (*alkali-resisting primer*).
- **Cat Dinding Eksterior:** Penggunaan cat khusus cuaca (*weather-shield*) untuk sisi luar gudang agar tidak cepat pudar dan berjamur.
- **Cat Besi/Kayu:** Pengecatan pada rangka pintu kayu/besi, *rolling door*, atau pagar dengan cat sintetis (*oil-based*).

Catatan Khusus:

Untuk area gudang 2 lantai ini, kontraktor harus menyertakan **Pekerjaan Marking (Garis Lantai)** sebagai bagian dari pekerjaan arsitektur. Garis ini penting untuk mengatur zona penyimpanan, jalur pedestrian, dan jalur evakuasi sesuai standar keselamatan.

1.4. Pekerjaan MEP (Mekanikal, Elektrikal, Plumbing) & Fire System.

- **Standar Referensi:**

Standard referensi yang digunakan dalam kegiatan dimaksud yakni:

1) Regulasi Dasar dan Hukum (Wajib)

- **Permen PU No. 26/PRT/M/2008:** Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- **Kepmenaker No. Kep. 186/Men/1999:** Tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja.

- **Permenaker No. 04/Men/1980:** Tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan APAR.
- **Permenaker No. 02/Men/1983:** Tentang Instalasi Alarm Kebakaran Otomatik.

2) Standar Teknis SNI (Perencanaan & Pemasangan)

Regulasi teknis di Indonesia diatur melalui berbagai SNI, di antaranya:

- **SNI 3989:2024** (Update dari SNI 03-3989-2000): Sistem Sprinkler Otomatik.
- **SNI 03-3985-2000:** Sistem Deteksi dan Alarm Kebakaran.
- **SNI 03-1745-2000:** Sistem Pipa Tegak dan Slang (*Hydrant*).
- **SNI 6570:2023** (Update dari SNI 03-6570-2001): Instalasi Pompa Tetap.
- **SNI 03-1746-2000:** Sarana Jalan Keluar (Evakuasi).
- **SNI 03-6571-2001:** Pengendalian Asap Kebakaran.

3) Standar Internasional (Acuan NFPA)

Sebagai pelengkap SNI, standar **NFPA** umum digunakan untuk detail teknis, terutama:

- **NFPA 72** (Fire Alarm), **NFPA 13** (Sprinkler), **NFPA 14** (Standpipe), **NFPA 20** (Pompa), dan **NFPA 25** (Inspeksi & Pemeliharaan).

• Lingkup Pekerjaan:

Area yang akan dipasang system proteksi kebakaran adalah pada lantai 1 dan lantai 2, dengan total luas sekitar 780 m2. Adapun monitoring kondisi dilakukan secara remote yakni langsung dipantau dari kantor pusat di Jl. MH. Thamrin no. 8 Jakarta, sehingga system deteksi dan teknis pencegahan dilakukan secara otomatis. Ini dilakukan juga mengingat tidak ada petugas organik yang standby di lokasi Gudang. Artinya ketika terjadi peristiwa kebakaran atau muncul api di lokasi, minimal dengan perangkat system proteksi kebakaran Gedung dapat melakukan treatment mandiri sambil menunggu bantuan Pemadam Kebakaran setempat hadir.

• Spesifikasi Material:

1. Spesifikasi Master Control Fire Alarm (MCFA)

- **Sistem:** Full Addressable System.
- **Kapasitas Loop:** Minimal 1 Loop dengan kapasitas minimal 125-250 *addressable devices*.
- **Layar Interface:** LCD Display minimal 2 baris karakter untuk identifikasi lokasi kejadian dalam format teks (misal: "Smoke Det. Ruang Meeting Lt.1").
- **Log Event:** Mampu menyimpan minimal 500 riwayat kejadian (*history event*).
- **Power Supply:** Input 220V AC dengan cadangan baterai (Battery Backup) tipe Lead Acid yang mampu menyuplai sistem selama 24 jam siaga + 30 menit alarm.
- **Fitur Wajib:** Fasilitas *Auto-programming* dan integrasi dengan sistem lain (seperti mematikan AHU atau menjatuhkan lift jika diperlukan).

2. Spesifikasi Detektor (Smoke & Heat)

- **Tipe:** Analog Addressable.
- **Smoke Detector:** Menggunakan prinsip *Photoelectric* dengan fitur kompensasi debu otomatis untuk mencegah *false alarm*.
- **Heat Detector:** Tipe *Rate of Rise* (ROR) dan *Fixed Temperature* (sekitar 57°C - 60°C).
- **Indikator:** Memiliki LED indikator status (berkedip saat normal, menyala konstan saat alarm).
- **Addressing:** Alamat perangkat harus dapat diatur secara elektronik (handheld programmer) atau melalui *DIP switch* yang stabil.

2. Spesifikasi Manual Call Point & Alarm Bell

- **Manual Call Point:** Tipe *Break-glass* atau *Push-button* yang dapat di-reset (resettable) tanpa harus mengganti kaca. Harus memiliki modul alamat (addressable).
- **Alarm Bell:** Diameter minimal 6 inci dengan output suara minimal 85-90 dB pada jarak 3 meter.
- **Strobe Light:** Lampu indikator visual berwarna merah (High Intensity LED) untuk membantu evakuasi di area bising.

4. Spesifikasi Kabel dan Instalasi

- **Kabel Loop:** Menggunakan kabel **FRC (Fire Resistance Cable)** atau minimal kabel berpelindung **Twisted Shielded Pair (AWG 16/18)**

minimal NYM/NYA dalam pipa konduit baja (EMT), untuk mencegah interferensi sinyal data.

- **Pelindung Kabel:** Seluruh kabel yang berada di luar plafon atau tertanam di dinding harus menggunakan pipa konduit baja (EMT) atau pipa PVC High Impact (tergantung kelas bangunan).
- **Sambungan:** Semua sambungan kabel harus berada di dalam *Junction Box* dan menggunakan terminal konektor (tidak boleh disambung puntir langsung).

5. Ruang Pompa dan Mesin Pompa

5.1. Konstruksi dan Proteksi Ruang Pompa

- Ruang pompa harus dirancang untuk melindungi peralatan dari gangguan eksternal dan memastikan operasional tetap berjalan saat terjadi kebakaran.
- **Ketahanan Api:** Dinding, lantai, langit-langit, dan pintu harus memiliki peringkat tahan api minimal 2 jam untuk gedung bertingkat tinggi. Untuk gedung rendah dengan sistem sprinkler lengkap, peringkat dapat dikurangi menjadi 1 jam.
- **Lokasi dan Akses:** Ruangan harus mudah diakses langsung dari luar atau melalui koridor yang tahan api agar petugas Damkar bisa masuk dengan cepat. Lokasi harus bebas banjir dan sebaiknya tidak berada di bawah bangunan utama.
- **Material:** Harus menggunakan material non-combustible (tidak mudah terbakar). Lantai harus kedap air dan dilengkapi sistem drainase yang baik.
- **Ventilasi:** Wajib memiliki ventilasi (alami atau *exhaust fan*) untuk menjaga suhu antara **10°C hingga 40°C** (maksimal 49°C untuk pompa diesel) guna membuang panas mesin.

5.2. Tata Letak dan Luas Minimum

Ruangan harus cukup luas agar teknisi bisa melakukan pemeliharaan tanpa hambatan (trip hazard).

- **Jarak Aman:** Harus ada jarak bebas minimal **1 meter** di sekeliling setiap pompa untuk inspeksi, dan minimal **0,75 meter** antara pompa dengan dinding.
- **Estimasi Luas:**
 - **2 Pompa (Diesel + Jockey):** Sekitar 15–20 m² dengan tinggi minimal 2,5 meter.

- **3 Pompa (Elektrik + Diesel + Jockey):** Sekitar 25–30 m², tergantung kapasitas GPM.

5.3. Komponen Utama Fire Pump

Sistem pompa biasanya terdiri dari tiga jenis unit dengan fungsi yang berbeda, yakni:

- **Electric Fire Pump:** Pompa utama yang menyala otomatis saat tekanan turun drastis. Berdasarkan **SNI 6570:2023**, unit ini sangat disarankan memiliki sertifikasi **UL/FM**.
- **Diesel Fire Pump:** Pompa cadangan yang aktif jika pasokan listrik padam atau pompa elektrik gagal beroperasi.
- **Jockey Fire Pump:** Pompa kecil untuk menjaga tekanan stabil setiap hari agar pompa besar tidak sering menyala akibat kebocoran kecil pada pipa.

5.4. Persyaratan Teknis Lainnya

- **Pondasi:** Pompa harus diletakkan di atas fondasi beton, setidaknya 12 inci (sekitar 30 cm) di atas lantai.
- **Instalasi Pipa:** Tidak diperbolehkan meletakkan pipa atau selang yang tidak ada hubungannya dengan sistem pemadam (seperti pipa air bersih atau water heater) di dalam ruang pompa.
- **Instrumentasi:** Ruang pompa wajib dilengkapi dengan panel kontrol, *pressure switch*, dan pengukur tekanan (*pressure gauge*) yang mudah dipantau.

6. Pengujian dan Serah Terima (Commissioning)

- **Uji Fungsi:** Kontraktor wajib melakukan uji asap (smoke test) dan uji panas pada setiap titik detektor.
- **Training:** Kontraktor wajib memberikan pelatihan operasional kepada tim *Building Management* (cara reset panel, cara baca lokasi alarm).
- **Dokumen:** Penyerahan *As-Built Drawing* (gambar terpasang) dan daftar alamat (*Address List*) setiap perangkat.

- **Metode Kerja:**

Instruksi cara pemasangan, penarikan kabel, dan pemograman alamat (addressing), proses dan kondisi operasional hingga troubleshooting ketika terjadi kendala riil maupun palsu (*false alarm*).

1. Pekerjaan Lantai

Revitalisasi lantai gudang lama memerlukan penanganan khusus karena kondisi beton yang sudah mengeras, mungkin berminyak, atau retak. Perlu dicatat bahwa **Floor Hardener bubuk** (seperti pada beton baru) **tidak bisa digunakan** untuk lantai lama. Sebagai gantinya, kita menggunakan **Liquid Floor Hardener (Densifier)** sebelum masuk ke tahap **Epoxy**.

Berikut adalah spesifikasi teknis dan urutan kerjanya:

1.1. Spesifikasi Teknis Revitalisasi

- **Kekuatan Tekan Beton Eksisting:** Minimal **K-250**. Jika beton terlalu lunak/getas, epoxy akan mudah terkelupas (*peeling*).
- **Kandungan Kelembapan (Moisture):** Maksimal **4%**. Lantai lama seringkali lembap; jika dipaksakan, epoxy akan menggelembung (*bubbling*).
- **Liquid Hardener:** Berbasis *Sodium Silicate* atau *Lithium Silicate* untuk memperkeras permukaan beton dan menutup pori-pori.
- **Epoxy System:** Disarankan menggunakan **Epoxy Self-Leveling** (ketebalan 1000–2000 micron) untuk area gudang dengan lalu lintas berat, atau **Epoxy Coating** (300–500 micron) untuk area pejalan kaki.

1.2. Urutan Kerja dan Tata Cara Pelaksanaan

Tahap 1: Persiapan Permukaan (*Surface Preparation*)

- 1) **Grinding (Pengupasan):** Menggunakan mesin *diamond grinder* untuk membuka pori-pori beton, membuang lapisan cat lama, kotoran, dan kerak yang menempel.
- 2) **Degreasing (Pembersihan Minyak):** Jika lantai bekas oli, harus dicuci menggunakan deterjen industri khusus atau bahan kimia penghilang lemak agar epoxy bisa merekat.
- 3) **Patching (Perbaikan Retak):** Retak atau lubang dibersihkan, lalu diisi dengan **Epoxy Mortar** (campuran resin dan pasir silika) agar rata kembali.

Tahap 2: Aplikasi Liquid Hardener (Jika Beton Rapuh/Berdebu)

- 1) **Aplikasi:** Cairan densifier disemprotkan merata ke seluruh lantai.
- 2) **Penyerapan:** Cairan dibiarkan hingga meresap dan bereaksi kimia dengan kalsium beton untuk memadatkan struktur permukaan.

- 3) **Pembersihan Sisa:** Sisa cairan yang tidak meresap dibersihkan agar tidak menghalangi ikatan primer epoxy nantinya.

Tahap 3: Proses Coating Epoxy

- 1) **Primer (Lapisan Perekat):** Aplikasi *Epoxy Primer* menggunakan roll atau *squeeze*. Lapisan ini berfungsi mengikat beton lama dengan lapisan epoxy di atasnya.
- 2) **Body Coat (Lapisan Tengah):** Sering disebut lapisan *buffer*. Berfungsi untuk meratakan ketidakteraturan lantai dan menambah ketebalan sistem.
- 3) **Top Coat (Lapisan Akhir):** Aplikasi warna akhir. Untuk gudang, biasanya dipilih warna abu-abu (Grey) atau hijau. Tahap ini menentukan tingkat kilap (*glossy*) dan ketahanan gesek.

1.3. Tabel Perbedaan Teknis Renovasi

Tahapan	Renovasi Lantai Lama	Lantai Baru (Lahan Kosong)
Material Hardener	Liquid (Cair/Densifier)	Bubuk (Dry Shake)
Metode Kerataan	Grinding & Patching	Casting (Pengecoran) & Trowel
Tantangan Utama	Kontaminasi oli & kelembapan	Retak susut (shrinkage)
Waktu Pengerjaan	Cepat (tanpa tunggu beton kering)	Harus tunggu beton 28 hari

- ❖ Jika gudang akan menggunakan Forklift dengan roda besi/polyurethane yang berat, sangat disarankan menggunakan Epoxy Self-Leveling minimal 2mm.
- ❖ Penggunaan cat epoxy biasa (thin coat) pada gudang logistik yang cenderung ringan dan statis, jika dengan sirkulasi alat berat biasanya hanya bertahan 3-6 bulan sebelum mulai mengelupas.

2. Pekerjaan Dinding

Revitalisasi dinding gudang lama bertujuan untuk memperbaiki kebocoran, memperkuat struktur, atau sekadar pembersihan (pengecatan ulang). Tantangan utamanya adalah lumut, debu industri, dan keretakan akibat getaran atau usia bangunan.

Berikut adalah spesifikasi teknis dan urutan kerjanya:

2.1. Spesifikasi Teknis Umum

- **Material Perbaikan:** Menggunakan *non-shrink mortar* untuk retak struktural atau *plaster semen* instan untuk plesteran ulang.
- **Sistem Pengecatan:**
 - **Cat Eksterior:** Berbasis *Acrylic* berkualitas tinggi yang tahan cuaca dan anti-jamur.
 - **Cat Interior:**
 - **Interior/area kerja (dinding partisi)** menggunakan water based, cat yang memiliki fitur *easy clean* (mudah dibersihkan) dan tidak mengandung timbal.
 - **Interior area basah/lembab**, menggunakan oil based, agar tidak mudah lembab, berjamur dan mudah dibersihkan.
- **Dinding Panel (Zincalume/Sandwich Panel):** Jika dinding menggunakan seng/logam, spesifikasi mencakup cat anti-karat (*primer epoxy*) dan *top coat* polyurethane (PU).

2.2. Urutan Kerja dan Tata Cara Pelaksanaan

Tahap 1: Pembersihan Awal (*Surface Preparation*)

- 1) **Pembersihan Tekanan Tinggi:** Menggunakan *High Pressure Washer* untuk merontokkan cat lama yang mengelupas, lumut, dan debu.
- 2) **Scraping:** Pengerokan sisa cat lama secara manual menggunakan kape pada area yang tidak rontok oleh air.
- 3) **Sterilisasi:** Jika berlumut, perlu menggunakan cairan anti-fungi agar spora lumut mati dan tidak tumbuh kembali di bawah lapisan cat baru.

Tahap 2: Perbaikan Kerusakan Dinding

- 1) **V-Cut (Pelebaran Retak):** Retak rambut atau retak struktur harus "dibuka" membentuk huruf V agar material pengisi bisa masuk sempurna.
- 2) **Pengisian Retak:** Gunakan *sealant* poliuretan untuk retak yang bersifat dinamis (akibat getaran), atau semen instan untuk retak statis.

- 3) **Plester & Aci Ulang:** Jika ada bagian dinding yang keropos (*kopong*), bagian tersebut harus dibongkar dan diplester ulang.

Tahap 3: Aplikasi Lapisan Dasar (*Sealer/Primer*)

- 1) **Alkali Resisting Primer:** Sangat penting untuk dinding lama agar sisa kadar asam/alkali di beton tidak merusak warna cat baru (mencegah pengapuran).
- 2) **Waterproofing (Opsional):** Jika dinding sering merembes, aplikasikan cat pelapis anti-bocor (*bitumen* atau *cementitious*) sebelum masuk ke tahap pengecatan warna.

Tahap 4: Pengecatan Akhir (*Finishing*)

- 1) **Lapis Pertama:** Pengecatan dilakukan secara horizontal.
- 2) **Lapis Kedua:** Setelah kering (sekitar 2-4 jam), lakukan lapis kedua secara vertikal untuk memastikan seluruh pori tertutup rata.
- 3) **Pemasangan Corner Guard:** Untuk gudang, disarankan memasang besi siku atau pelindung karet pada sudut-sudut dinding yang rawan tertabrak palet, truk atau forklift.

2.3. Tambahan untuk Dinding Metal (Zincalume/Gudang Rangka Baja)

Jika dinding gudang bukan bata, melainkan pelat logam, maka treatment yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- **Sanding:** Amplas area yang berkarat hingga mencapai logam bersih.
- **Zinc Chromate:** Mengaplikasikan cat dasar anti-karat sesegera mungkin setelah diampelas.
- **Finishing:** Menggunakan cat khusus metal agar warna tidak cepat pudar akibat panas matahari.

3. Pekerjaan Atap & Plafon:

Revitalisasi atap dan plafon gudang sangat krusial untuk mencegah kebocoran yang dapat merusak inventaris serta menjaga suhu ruangan. Mengingat ini adalah pekerjaan di ketinggian, standar K3 (**ISO 45001**) wajib diterapkan secara ketat.

Berikut adalah spesifikasi teknis dan urutan kerjanya:

2.1. Spesifikasi Teknis

A. Bagian Atap:

- **Material Penutup:** Jika diganti, gunakan seng *Zincalume/Galvalume* (minimal ketebalan 0.40mm - 0.50mm) atau panel *uPVC* untuk meredam panas dan bising.
- **Insulasi Panas:** Menggunakan *Aluminium Foil Double Sided* dengan lapi-san *Glasswool* atau *Bubble Foil* untuk menjaga suhu gudang.
- **Penerangan Alami:** Pemasangan *Skylight* (atap transparan fiber/ polycarbo-nate) minimal 10% dari luas atap untuk menghemat listrik siang hari.
- **Sealant:** Menggunakan *Neutral Silicone Sealant* yang tahan sinar UV untuk menutup lubang baut (*baut roofing*).

B. Bagian Plafon (Jika Ada):

- **Material:** Umumnya menggunakan *Gypsum Water Resistant* (untuk area rawan lembap) atau *PVC Board* yang lebih ringan dan tahan air.
- **Rangka:** Menggunakan *Hollow Galvanis* (minimal 2x4 cm atau 4x4 cm) dengan sistem penggantung yang kuat ke rangka baja atap.

2.2. Tata Cara Pelaksanaan & Urutan Kerja

Tahap 1: Persiapan dan Keamanan (K3)

- 1) **Safety Deck/Net:** Pemasangan jaring pengaman di bawah area kerja untuk mencegah material jatuh ke area operasional gudang.
- 2) **Lifeline:** Pemasangan tali pengaman permanen/sementara untuk jalur *full body harness* pekerja.

Tahap 2: Pekerjaan Atap

- 1) **Pembongkaran Keseluruhan:** Diperkenankan membongkar seluruh penutup atap sekaligus dikarenakan kondisi atap yang sudah berkarat dan lapuk, sehingga sangat tidak layak digunakan kembali. Pembongkaran harus memperhatikan aspek K3 dan urutan kerja, sehingga efektif dan dapat memastikan proses urutan kerjanya berlangsung sesuai perencanaan.
- 2) **Pengecekan Rangka (Gording):** Memeriksa karat pada gording baja. Jika ada, lakukan pengamplasan dan pengecatan ulang dengan *Zinc Chromate* (anti-karat), namun jika sudah tidak layak dan dengan pertimbangan keselamatan, harus diganti dengan rangka yang baru.

- 3) **Pemasangan Insulasi:** Membentangkan *aluminium foil* di atas gording sebelum memasang lembaran atap baru.
- 4) **Pemasangan Atap:** Memastikan arah tumpang tindih (*overlap*) lembaran atap melawan arah angin dominan agar air tidak masuk saat hujan badai.
- 5) **Screw Roofing:** Memastikan baut dilengkapi dengan karet *seal* (EPDM) yang masih elastis.
- 6) Memasang **Turbin Ventilator** untuk sirkulasi udara yang lebih baik, sehingga suhu di bawah plafon tidak terlalu panas dan dapat menyebabkan plafon cepat melengkung.

Tahap 3: Pekerjaan Talang (*Gutter*)

- 1) **Pembersihan/Penggantian Talang:** Talang lama biasanya menjadi sumber kebocoran utama. Ganti dengan talang plat galvalum atau PVC tebal.
- 2) **Waterproofing:** Mengaplikasikan pelapis anti-bocor pada sambungan talang.

Tahap 4: Pekerjaan Plafon (Jika ada)

- 1) **Leveling Rangka:** harus menggunakan *laser level* agar rangka plafon benar-benar rata.
- 2) **Pemasangan Papan Plafon:** Memasang papan dengan jarak sekrup yang standar (tiap 20-30 cm).
- 3) **Finishing:** Melakukan peng-*compound-an* pada sambungan papan, pengam-plasan, lalu pengecatan minimal 2 lapis.

2.3. Pengecekan Akhir (Testing)

- **Flood Test/Water Test:** Menyiram atap dengan air (jika memungkinkan) atau menunggu hujan pertama untuk memastikan tidak ada rembesan pada baut maupun sambungan talang.
- **Cek Kemiringan:** Pastikan tidak ada air yang menggenang (*ponding*) di bagian tengah lembaran atap.

4. Pekerjaan Pintu & Jendela:

Revitalisasi pintu dan jendela pada gudang lama sangat penting untuk **keamanan aset, aksesibilitas alat berat, dan sirkulasi udara**. Pada gudang modern, fokus utama seringkali beralih ke penggunaan pintu otomatis

(*rolling door/sectional door*) untuk efisiensi logistik, namun tergantung juga dari fungsi serta jenis pengoperasian gudang dimaksud.

Berikut adalah spesifikasi teknis dan urutan kerjanya:

4.1. Spesifikasi Teknis

1) Pintu Gudang (Loading Dock & Akses Utama):

• Jenis Pintu:

- *Metal Door Industrial (Manual)* sebagai akses orang dengan bahan *Galvalume* atau *Aluminium* tebal minimal 1.0mm - 1.2mm.
- *Sliding Door* (Pintu Geser) menggunakan rangka baja profil (UNP/Hollow) dengan penutup plat besi atau *Zincalume*.

• **Sistem Penggerak:** Kesemuanya digerakkan secara manual tanpa motor.

• **Aksesoris:** perlu diberikan/dipasang *Rubber Bumper* untuk menahan benturan truk atau alat berat.

2) Jendela & Ventilasi:

- **Frame/Kusen:** *Aluminium powder coating* (minimal 4 inci) yang lebih tahan karat dibanding kayu atau besi biasa.
- **Kaca:** Kaca bening atau *rayban* ketebalan minimal 6mm. Untuk keamanan, bisa dipasang kawat nyamuk industri atau teralis besi.
- **Louvre (Jalusi):** *Aluminium* atau *Galvalum* tetap (*fixed*) disesuaikan dengan kebutuhan dan peruntukkan, untuk sirkulasi udara statis tanpa membiarkan air hujan masuk.

4.2. Tata Cara Pelaksanaan & Urutan Kerja

Tahap 1: Survei dan Pengukuran Ulang

- 1) **Cek Presisi:** Memeriksa apakah struktur gawang pintu/jendela masih siku. Bangunan lama sering kali mengalami penurunan (*settlement*) yang membuat lubang pintu miring.
- 2) **Identifikasi Kerusakan:** harus dilakukan pengecekan apakah rel pintu lama masih bisa dipakai atau harus diganti total.

Tahap 2: Pembongkaran & Perbaikan Gawang (*Opening*) (jika diperlukan)

- 1) **Pembongkaran:** Lepas daun pintu/jendela lama beserta kusennya.

- 2) **Perkuatan Struktur:** (jika diperlukan) sebagai antipasti beban daun pintu dan kondisi penahannya, perlu ditambahkan perkuatan baja (balok lintel) di bagian atas lubang pintu agar struktur bangunan sanggup menahan beban tersebut.
- 3) **Plester & Aci:** Perbaiki pinggiran lubang (*opening*) agar rata dan halus sebelum pemasangan kusen baru.

Tahap 3: Pemasangan Kusen dan Rel

- 1) **Pemasangan Rel:** Untuk pintu geser atau *rolling door*, rel harus dipasang dengan *lot* (vertikal) dan *waterpass* (horizontal) yang sangat akurat agar pintu tidak seret.
- 2) **Sealant:** Memberikan *sealant* pada celah antara kusen aluminium dan dinding untuk mencegah kebocoran air hujan.

Tahap 4: Pemasangan Daun Pintu/Jendela & Mekanik

- 1) **Instalasi Motor:** (jika ada) Pasang motor penggerak dan sistem sensor keamanan (sensor gerak atau *photo-cell*).
- 2) **Pemasangan Daun:** Memasukkan slat *rolling door* atau gantung daun pintu geser pada rel.
- 3) **Penyetelan (*Setting*):** Mengatur batas atas (*limit switch*) dan batas bawah pintu agar menutup sempurna tanpa menabrak lantai terlalu keras.

Tahap 5: Finishing & Proteksi

- 1) **Pengecatan:** Untuk pintu besi manual, perlu dilakukan pengecatan anti-karat (*Zinc Chromate*) dan cat akhir.
- 2) **Bollard Protection:** Memasang pipa besi (*bollard*) di sisi kiri dan kanan pintu untuk melindungi rel dari tabrakan *forklift*.

4.3. Aspek Keamanan (Fire System Link)

Sesuai regulasi sistem kebakaran yang telah dibahas di awal, sehingga:

- **Fire Door:** Jika pintu menghubungkan gudang dengan area kantor, pintu tersebut wajib memiliki spesifikasi **Fire Rated** (tahan api minimal 2 jam) dan dilengkapi *door closer*.
- **Panic Bar:** Pintu darurat (*emergency exit*) wajib dilengkapi dengan *panic bar* yang mudah dibuka dari dalam saat terjadi keadaan darurat.

SPESIFIKASI TEKNIS ELEKTRIKAL & PENERANGAN

1. **Kabel Jaringan:** Spesifikasi kabel (NYY/NYM) dan standar instalasi dalam conduit.
2. **Armatur Lampu:** Spesifikasi lampu LED High Bay (untuk area gudang) dan lampu kantor (minimal lumens).
3. **Panel Listrik:** Komponen MCB/MCCB, sistem *grounding*, dan pembagian grup beban (*single line diagram*).