

Teknik Konstruksi Batu Beton

Upskilling dan Reskilling Berbasis Industri

Bahan presentasi lengkap: konsep, prosedur kerja, quality control, keselamatan, studi kasus, dan rancangan praktik pembelajaran.

Ir. Suarno, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng.

Ir. Suranto, S.T., M.T., IPM., APEC Eng., ASEAN Eng.

Untuk fasilitator / guru kejuruan



Ilustrasi bengkel konstruksi berbasis praktik industri

Tujuan dan output diklat

Setelah sesi ini peserta mampu mengubah praktik konstruksi menjadi pembelajaran kejuruan yang terukur.

01

Output 1: modul ajar praktik

02

Output 2: job sheet & checklist

03

Output 3: rubrik asesmen

04

Output 4: studi kasus industri

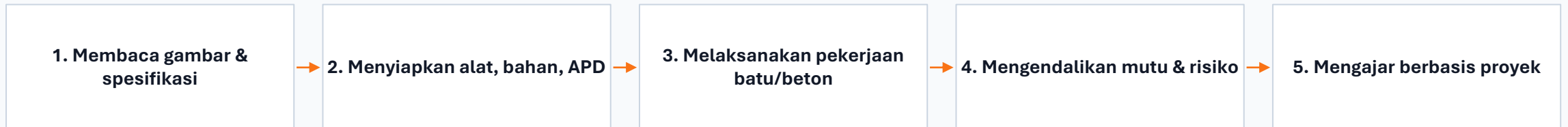
05

Output 5: portofolio siswa

- Memahami pekerjaan batu dan beton dari gambar kerja sampai serah terima mutu.
- Menyusun urutan kerja aman: material, alat, metode, tenaga, dan lingkungan.
- Menganalisis cacat pekerjaan lapangan dan menentukan tindakan koreksi.
- Mendesain pembelajaran project-based sesuai budaya industri konstruksi.

Peta kompetensi guru kejuruan

Kompetensi tidak berhenti pada “bisa mengerjakan”, tetapi juga bisa membimbing, menilai, dan memperbaiki proses.



- Kompetensi teknis: pondasi batu, pasangan bata/batako, bekisting, tulangan, beton, finishing.
- Kompetensi manajerial: jadwal kerja, pembagian tugas, metode inspeksi, dokumentasi.
- Kompetensi pedagogis: demonstrasi, coaching, asesmen performa, refleksi, portofolio.

Alur bahan presentasi

Struktur materi dapat digunakan untuk sesi 2–3 hari atau dipadatkan sesuai JP diklat.

Bagian	Fokus Materi	Output Peserta
A. Fondasi konsep	Standar, gambar kerja, material	Peta kerja
B. Praktik inti	Batu, mortar, bekisting, tulangan, beton	Job sheet
C. Mutu & keselamatan	Checklist, SMKK, cacat kerja	Form QC
D. Studi kasus	Retak, slump, honeycomb, bekisting	Rencana tindakan
E. Pembelajaran	PjBL, rubrik, portofolio	RPP/modul ajar

- Gunakan studi kasus untuk diskusi kelompok sebelum praktik.
- Setiap praktik wajib menghasilkan bukti foto, checklist, dan refleksi teknis.

A. Konteks Industri

Dari gambar kerja ke produk konstruksi yang aman, kuat, rapi, dan dapat dipertanggungjawabkan.



Karakter pekerjaan batu dan beton

Pekerjaan ini berada di persimpangan keterampilan tangan, kontrol mutu material, dan disiplin prosedur.

- Pekerjaan batu: pondasi, pasangan dinding, drainase, retaining sederhana, dan elemen non-struktural.
- Pekerjaan beton: beton polos, beton bertulang, pelat, balok, kolom, sloof, ring balok, tangga.
- Kinerja akhir dipengaruhi oleh bahan, proporsi campuran, metode pengerjaan, waktu, cuaca, dan curing.
- Guru perlu mengajarkan “mengapa prosedur dilakukan”, bukan hanya “bagaimana melakukannya”.



Pondasi batu: presisi, lapis, dan ikatan

Budaya industri: 5R, mutu, dan keselamatan

Pekerjaan konstruksi bermutu selalu dimulai dari area kerja yang rapi, aman, dan terkendali.

5R di area praktik

- Ringkas: singkirkan material tidak perlu
- Rapi: simpan alat sesuai posisi
- Resik: bersihkan sisa mortar/beton
- Rawat: cek alat dan APD
- Rajin: konsisten sebelum/sesudah kerja

Risiko utama

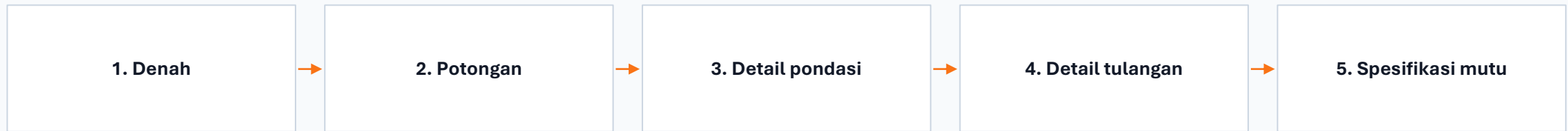
- Tertimpa material
- Tertusuk tulangan
- Terpeleset area basah
- Iritasi semen
- Gagal bekisting/perancah



Safety briefing dan identifikasi bahaya

Membaca gambar kerja konstruksi

Gambar kerja adalah kontrak teknis: ukuran, posisi, material, toleransi, dan urutan kerja harus terbaca.



Informasi wajib ditemukan

- As bangunan, level/elevasi, dimensi
- Ukuran pondasi dan tebal pasangan
- Diameter, jarak, bentuk, dan kait tulangan
- Mutu beton/mortar dan metode finishing
- Catatan toleransi dan inspeksi

Kesalahan umum siswa

- Membaca ukuran parsial, bukan total
- Mengabaikan elevasi ± 0.00
- Tidak mencocokkan denah dengan potongan
- Tidak menandai perubahan revisi gambar

B. Material dan Sifat Dasar

Pemilihan bahan menentukan kekuatan, workability, durabilitas, dan biaya pekerjaan.



Material utama beton

Beton adalah komposit: semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan bila perlu bahan tambah.

Fungsi setiap bahan

- Semen: pengikat hidraulis
- Air: hidrasi dan workability
- Pasir: mengisi rongga kecil
- Kerikil/split: rangka volume dan kuat tekan
- Admixture: mengatur sifat tertentu

Kriteria praktis

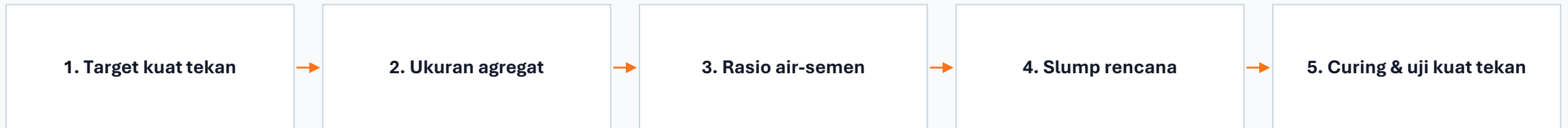
- Bahan bersih dari lumpur/organik
- Ukuran agregat sesuai elemen
- Air tidak tercemar minyak/garam berlebih
- Semen disimpan kering dan tidak menggumpal



Bahan penyusun beton dan alat uji sederhana

Mutu beton dan workability

Mutu tidak hanya kuat tekan. Beton harus bisa dikerjakan, dipadatkan, dan dirawat.



- Rasio air-semen rendah cenderung menaikkan kuat tekan, tetapi dapat menurunkan kemudahan kerja.
- Workability disesuaikan dengan jenis elemen, kepadatan tulangan, alat pemadatan, dan cara pengecoran.
- Tambahan air di lapangan harus dikontrol karena dapat menurunkan mutu dan meningkatkan retak susut.
- Guru perlu membiasakan siswa mengukur, bukan menebak, kondisi beton segar.

Mortar untuk pasangan batu dan bata

Mortar berfungsi sebagai perekat, perata, penyalur beban, dan penutup celah antar unit pasangan.

Parameter mortar

- Proporsi semen-pasir-air
- Workability saat dipasang
- Daya lekat pada unit pasangan
- Kuat tekan dan daya tahan cuaca
- Waktu pakai sebelum mengeras

Kontrol di bengkel

- Ayak pasir bila terlalu kasar
- Gunakan takaran volume seragam
- Aduk sampai homogen
- Jangan gunakan mortar yang mulai mengeras
- Bersihkan nat dan permukaan



Pemeriksaan kelurusan pasangan

C. Pelaksanaan Pekerjaan Batu

Fokus pada pondasi batu, pasangan bata/batako, mortar, ikatan, kelurusan, dan finishing.



Pondasi batu kali: prinsip teknis

Pondasi batu kali cocok untuk bangunan sederhana di tanah cukup baik, dengan beban dan desain sesuai perencanaan.

- Pastikan lebar, kedalaman, dan elevasi galian sesuai gambar.
- Batu disusun saling mengunci, bukan sekadar ditumpuk.
- Rongga besar diisi batu pengunci dan mortar sampai padat.
- Kontrol elevasi atas untuk menerima sloof.



Pekerjaan pondasi batu pada area lapangan



Pasangan bata/batako: urutan kerja

Kualitas dinding dipengaruhi persiapan benang, lot, tebal nat, dan konsistensi mortar.

Kontrol ukuran

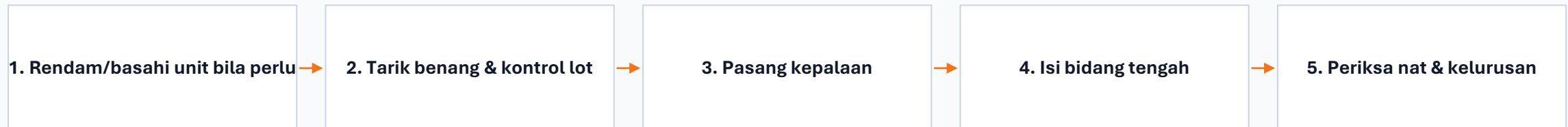
- Tebal nat dibuat seragam
- Sudut dan bukaan dijaga siku
- Baris pertama paling menentukan
- Setiap beberapa lapis cek kelurusan

Kesalahan umum

- Nat terlalu tebal/tipis tidak seragam
- Tidak ada kepalaan
- Bata kering menyerap air mortar
- Sudut tidak siku



Pemeriksaan vertikalitas dengan waterpass



Ikatan pasangan dan bukaan

Ikatan pasangan mencegah garis sambungan menerus dan membantu distribusi beban pada dinding.

Prinsip ikatan

- Sambungan vertikal tidak segaris
- Unit setengah dipakai untuk pengunci
- Bukaan pintu/jendela diberi perkuatan sesuai desain
- Kolom praktis dan ring balok harus terhubung dengan baik

Checklist instruktur

- Benang ukur terpasang
- Lot/waterpass dipakai aktif
- Potongan bata rapi
- Tidak ada rongga mortar besar
- Bukaan sesuai gambar

Kriteria performa siswa

- Dinding lurus
- Permukaan bersih
- Nat terisi penuh
- Siku dan elevasi sesuai
- Alat dibersihkan setelah praktik

Aspek	Toleransi latihan
Kelurusan	Maks. deviasi kecil pada benang
Nat	Seragam dan terisi
Kebersihan	Tidak ada tumpahan mortar besar

Plesteran, acian, dan finishing

Finishing bukan menutup kesalahan struktur; finishing yang baik berawal dari pasangan yang rata dan kuat.

- Sebelum plester: permukaan dibersihkan, dibasahi secukupnya, dan dibuat kepalaan plester.
- Plester diaplikasikan bertahap sesuai ketebalan yang wajar agar tidak mudah retak/lepas.
- Acian dilakukan setelah plester cukup umur dan permukaan lembap, bukan basah berlebihan.
- Kontrol hasil: kerataan, kekompakan, sudut siku, tekstur, retak rambut, dan kebersihan tepi.



Kerapian dinding dimulai dari kontrol awal

Cacat	Penyebab umum	Pencegahan
Retak rambut	Susut cepat	Curing/kelembapan
Mengelupas	Permukaan kotor/kering	Bersihkan & basahi
Tidak rata	Kepalaan lemah	Kontrol jidar

D. Pekerjaan Beton Bertulang

Bekisting, tulangan, pengecoran, pemadatan, curing, dan kontrol mutu adalah satu rantai yang tidak boleh diputus.



Bekisting dan perancah

Bekisting menentukan bentuk, dimensi, elevasi, keamanan, dan tampilan permukaan beton.

- Kuat menahan berat sendiri, beton basah, pekerja, alat, dan getaran pemadatan.
- Kaku agar tidak melendut, bergeser, menggembung, atau bocor saat pengecoran.
- Rapat pada sambungan untuk mencegah kehilangan pasta semen.
- Mudah dibongkar tanpa merusak beton dan aman bagi pekerja.



Ilustrasi komponen bekisting dan perancah

Baja tulangan: identifikasi dan penanganan

Tulangan harus sesuai diameter, bentuk, jumlah, jarak, posisi, selimut beton, dan sambungan.

Sebelum dipasang

- Cek diameter dan jumlah
- Baca bar bending schedule
- Pastikan bersih dari lumpur/minyak
- Pisahkan baja polos/deform sesuai spesifikasi

Saat dipasang

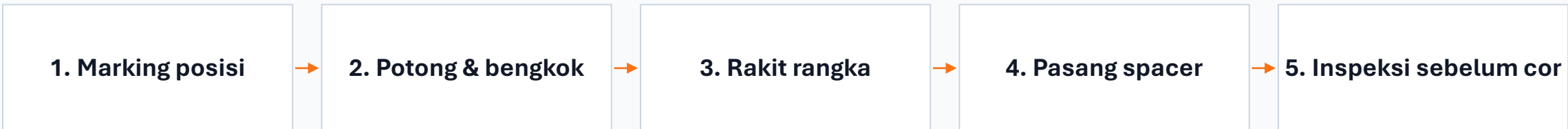
- Gunakan spacer/decking
- Ikat titik kritis
- Jaga posisi kait dan overlap
- Jangan menginjak rangka tulangan tanpa pijakan kerja



Pemasangan tulangan dengan beton decking

Pekerjaan tulangan: detail kritis

Detail kecil sering menentukan kegagalan: jarak sengkang, selimut, kait, dan sambungan lewatan.



Titik cek	Risiko bila salah	Bukti inspeksi
Selimut beton	Korosi/tulangan terbuka	Foto spacer
Jarak sengkang	Geser/konfinemen lemah	Pengukuran
Overlap	Transfer gaya tidak cukup	Checklist
Kebersihan	Ikatan beton buruk	Foto area

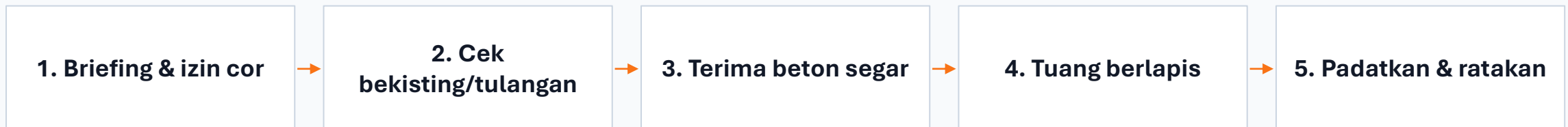
Pengecoran beton: urutan kerja lapangan

Pengecoran adalah operasi terpadu: logistik beton, alat, pekerja, mutu, dan keselamatan harus siap.

- Hindari jatuh bebas berlebihan yang dapat memicu segregasi.
- Gunakan vibrator secukupnya; terlalu lama dapat menyebabkan bleeding/segregasi.
- Jalur kerja harus aman, tidak mengganggu posisi tulangan, dan mudah dievakuasi.



Pengecoran pelat dengan pemadatan dan finishing



Slump test dan penerimaan beton segar

Uji slump membantu memeriksa konsistensi beton segar sebelum beton ditempatkan.

Keputusan lapangan

- Sesuai rentang: cor boleh lanjut
- Terlalu kering: evaluasi pengiriman dan workability
- Terlalu encer: risiko kuat tekan turun dan segregasi
- Dokumentasikan waktu, hasil, cuaca, dan lokasi pengecoran

Bukti mutu

- Form penerimaan beton
- Foto hasil slump
- Label benda uji
- Lokasi dan volume cor
- Nama petugas/kelompok



Ilustrasi uji slump dan benda uji kuat tekan

Curing beton: menjaga hidrasi

Beton membutuhkan kelembapan dan waktu. Curing yang buruk dapat menurunkan performa permukaan dan meningkatkan retak.

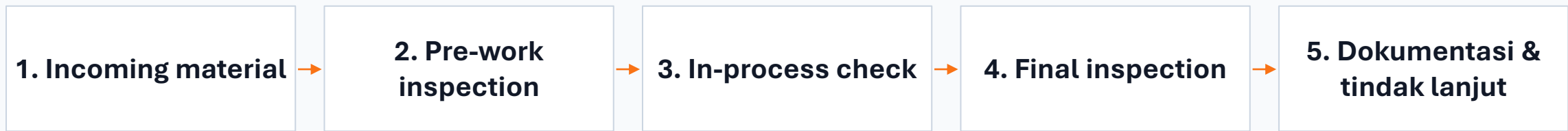
- Mulai curing segera setelah permukaan cukup keras dan tidak rusak oleh air/penutup.
- Metode: penyiraman berkala, karung basah, curing compound, plastik penutup, atau genangan terkendali.
- Perhatikan cuaca panas, angin, dan permukaan yang tipis karena kehilangan air lebih cepat.
- Dokumentasi curing menjadi bukti budaya mutu, bukan pekerjaan tambahan.



Curing dengan penyiraman dan penutup permukaan

Quality control pekerjaan batu dan beton

QC dilakukan sebelum, selama, dan setelah pekerjaan; bukan hanya saat terjadi masalah.



Tahap	Bukti minimal	Contoh cek
Sebelum	Checklist alat-bahan-APD	Gambar, level, material
Selama	Foto proses dan hasil ukur	Slump, lot, jarak tulangan
Sesudah	Berita acara internal	Cacat, dimensi, kebersihan
Perbaikan	NCR sederhana	Akar masalah dan tindakan

Cacat umum dan diagnosis awal

Guru perlu membiasakan siswa mengamati gejala, mencari penyebab, lalu menentukan tindakan koreksi.

Gejala	Penyebab mungkin	Tindakan awal
Retak diagonal dinding	Pergerakan pondasi / bukaan lemah	Ukur pola dan lebar retak
Honeycomb	Pemadatan kurang / bekisting bocor	Pemetaan area dan kedalaman
Permukaan berdebu	Curing buruk / finishing berlebih	Uji gores dan evaluasi curing
Tulangan terlihat	Selimut kurang / beton terkelupas	Bersihkan, proteksi, repair mortar



Inspeksi cacat beton dan retak dinding

E. Studi Kasus Industri

Setiap kasus dirancang untuk memantik analisis: gejala, data, akar masalah, keputusan, dan pencegahan.



Studi kasus 1: dinding retak diagonal

Konteks: ruang kelas baru, retak diagonal muncul dari sudut bukaan jendela dua minggu setelah plester.

Data lapangan

- Retak mengikuti sudut bukaan
- Lebar retak 0,5–1,5 mm
- Dinding bata merah + plester
- Kolom praktis ada, ring balok ada
- Tidak ada kebocoran atap

Pertanyaan diskusi

- Apakah retak struktural atau non-struktural?
- Data tambahan apa yang dibutuhkan?
- Bagaimana cara dokumentasi yang benar?
- Perbaiki apa yang aman untuk tahap awal?

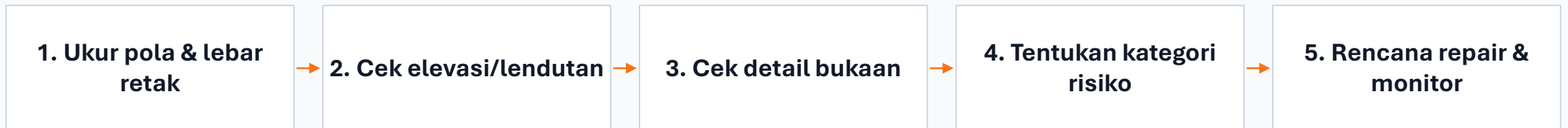


Ilustrasi inspeksi retak

Tugas kelompok: buat peta retak dan hipotesis penyebab

Analisis kasus 1: retak diagonal dinding

Solusi harus berbasis data, bukan langsung menambal retak.



Kemungkinan akar masalah

- Konsentrasi tegangan di sudut bukaan
- Tidak ada tulangan/angkur penguat bukaan
- Susut plester karena curing buruk
- Pergerakan pondasi atau rangka bangunan

Tindakan pembelajaran

- Siswa membuat laporan inspeksi 1 halaman
- Membandingkan opsi repair kosmetik vs struktural
- Menentukan kapan kasus harus dirujuk ke ahli struktur

Studi kasus 2: slump beton terlalu tinggi

Konteks: beton datang ke proyek dengan slump jauh lebih cair dari rentang rencana. Mandor ingin cor tetap lanjut karena waktu sempit.

Risiko teknis

- Kuat tekan berpotensi turun
- Segregasi dan bleeding meningkat
- Permukaan mudah retak/berdebu
- Dimensi bisa terganggu karena tekanan beton basah naik

Keputusan yang benar

- Tahan pengecoran pada area kritis
- Catat hasil uji dan waktu tiba
- Koordinasi pemasok/konsultan/pe ngawas
- Jangan menambah semen/air tanpa prosedur desain



Uji slump untuk keputusan penerimaan beton

Latihan keputusan: terima atau tolak beton?

Peserta menilai skenario dengan matriks keputusan mutu, waktu, biaya, dan keselamatan.

Skenario	Data tambahan	Keputusan	Alasan
Slump sedikit di luar rentang	Elemen non-kritis, masih homogen	Evaluasi terbatas	Perlu persetujuan teknis
Slump sangat tinggi	Segregasi terlihat	Tolak/karantina	Risiko mutu tinggi
Slump rendah	Sulit masuk tulangan rapat	Evaluasi metode	Bukan otomatis tambah air
Cuaca panas	Setting cepat	Percepat koordinasi	Kendali waktu & curing

- Output diskusi: berita acara sederhana penerimaan beton.
- Penilaian: alasan teknis, bukti data, dan komunikasi prosedural.

Studi kasus 3: honeycomb pada kolom

Konteks: setelah bekisting kolom dibuka, terdapat rongga dan kerikil terlihat pada bagian bawah kolom.

Kemungkinan penyebab

- Vibrator tidak menjangkau bagian bawah
- Beton jatuh terlalu tinggi dan segregasi
- Bekisting bocor kehilangan pasta
- Tulangan terlalu rapat tanpa rencana pengecoran

Data yang dicari

- Kedalaman rongga
- Luas area
- Apakah tulangan terlihat
- Hasil mutu beton
- Riwayat pengecoran dan pemadatan



Ilustrasi cacat beton dan tulangan terbuka

Perbaikan honeycomb: prinsip aman

Perbaikan harus mempertimbangkan kedalaman cacat dan fungsi elemen struktur.



Kategori ringan

- Rongga dangkal dan tidak mencapai tulangan
- Bersihkan, lembapkan, isi repair mortar sesuai prosedur
- QC: lekatan dan finishing

Kategori serius

- Tulangan terlihat/area luas/kolom kritis
- Butuh evaluasi pengawas/ahli struktur
- Dapat memerlukan grouting, jacketing, atau tindakan struktural

Pencegahan

- Rapatkan bekisting
- Gunakan tremie/chute bila perlu
- Vibrator sesuai jarak dan durasi
- Rencana cor untuk tulangan padat

Studi kasus 4: bekisting bocor dan melendut

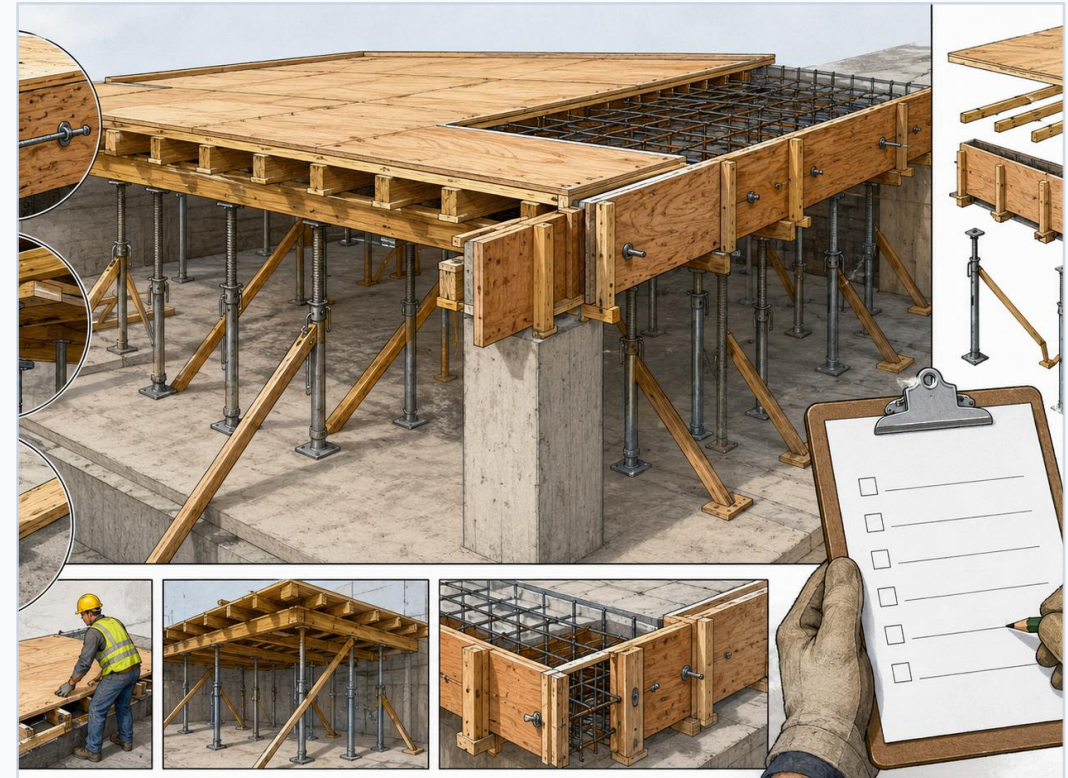
Konteks: saat cor balok, bekisting mengeluarkan pasta semen dan sisi balok tampak menggembung.

Risiko

- Dimensi balok tidak sesuai
- Permukaan keropos
- Beton kehilangan pasta semen
- Bahaya runtuh parsial

Penyebab umum

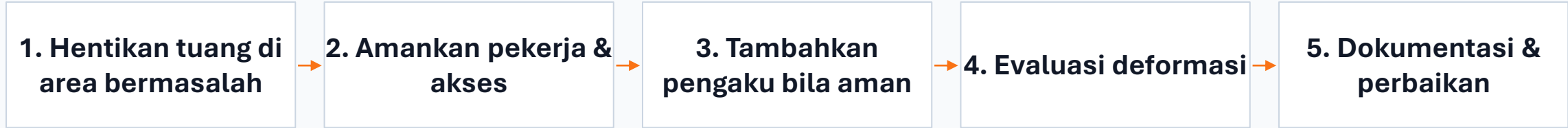
- Jarak pengaku terlalu lebar
- Sambungan tidak rapat
- Material bekisting lemah/basah
- Tidak ada inspeksi sebelum cor



Komponen bekisting harus kuat, kaku, dan rapat

Keputusan saat bekisting bermasalah

Tindakan harus memprioritaskan keselamatan dan stabilitas pekerjaan.



Indikator	Tindakan
Bocor kecil pada sambungan	Tutup sambungan dan lanjut terbatas dengan pengawasan
Defleksi terlihat jelas	Hentikan pengecoran dan evaluasi penguatan
Perancah bergeser	Kosongkan area dan libatkan pengawas/ahli
Beton sudah mengeras cacat	Catat sebagai NCR dan tentukan repair

F. Desain Pembelajaran Diklat

Mengubah pengalaman industri menjadi pembelajaran praktik yang bisa dinilai dan direplikasi di sekolah.



Praktik bengkel diklat: paket tugas

Setiap paket praktik harus memiliki gambar kerja, target mutu, alat-bahan, risiko, dan rubrik.

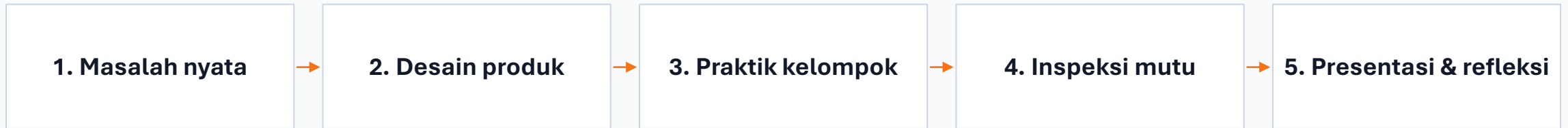
Paket	Produk	Fokus asesmen
P1	Dinding bata 1×1 m	Kelurusan, nat, kebersihan
P2	Pondasi batu mini	Susunan batu, elevasi, kepadatan mortar
P3	Rangka tulangan sloof	Diameter, jarak, overlap, ikatan
P4	Bekisting balok mini	Dimensi, kerapatan, kekakuan
P5	Slab beton mini	Slump, pemadatan, curing



Presentasi hasil praktik dan umpan balik

Model pembelajaran berbasis proyek

PjBL cocok untuk konstruksi karena siswa menghasilkan produk nyata dan bukti proses.



Peran guru

- Mendemonstrasikan prosedur aman
- Mengajukan pertanyaan teknis
- Memberi umpan balik saat proses
- Menilai bukti proses dan produk

Peran siswa

- Membaca gambar kerja
- Membagi tugas tim
- Mencatat hasil inspeksi
- Menganalisis kesalahan dan solusi

Bukti belajar

- Foto proses
- Checklist mutu
- Produk praktik
- Refleksi teknis
- Laporan singkat

Rubrik penilaian kompetensi

Rubrik harus menilai persiapan, proses, hasil, keselamatan, dan dokumentasi.

Aspek	Bobot	Indikator Level Baik
Persiapan kerja	15%	Gambar, alat, bahan, dan APD siap
Prosedur teknis	30%	Urutan kerja benar dan konsisten
Mutu produk	30%	Dimensi, kelurusan, kepadatan, finishing sesuai
K3/SMKK	15%	Area aman, APD lengkap, risiko dikendalikan
Dokumentasi	10%	Checklist, foto, refleksi, dan laporan lengkap

- Gunakan skala 1–4: belum kompeten, cukup, kompeten, sangat kompeten.
- Nilai akhir harus dilengkapi catatan umpan balik teknis untuk perbaikan.

Lembar kerja peserta: format singkat

LKPD praktik harus mendorong peserta mengukur, mencatat, dan menyimpulkan.

Bagian LKPD	Isi
A. Identitas pekerjaan	Nama pekerjaan, gambar rujukan, target produk
B. Alat & bahan	Daftar alat, bahan, APD, jumlah, kondisi
C. Langkah kerja	Urutan ringkas dan titik berhenti inspeksi
D. Checklist QC	Ukuran, level, lot, slump, selimut, curing
E. Refleksi	Kesalahan, penyebab, tindakan perbaikan

Aktivitas: peserta menyusun 1 LKPD untuk praktik di sekolah masing-masing

Integrasi industri dan Teaching Factory

Diklat berakhir dengan rencana implementasi: praktik sekolah harus mirip alur industri.

- Undang praktisi untuk memberikan studi kasus, standar mutu, dan umpan balik produk siswa.
- Bangun bank foto cacat pekerjaan sebagai bahan diagnosis di kelas.
- Gunakan checklist digital sederhana: Google Form, spreadsheet, atau LMS.
- Portofolio siswa berisi job sheet, foto proses, hasil ukur, dan refleksi perbaikan.



Portofolio praktik dan review bersama asesor

Rencana aksi peserta diklat

Rencana aksi dibuat konkret agar materi dapat langsung diterapkan di sekolah.

Minggu	Aksi	Bukti
1	Merevisi modul ajar pekerjaan batu/beton	Draft modul + LKPD
2	Menyiapkan alat, bahan, dan area praktik 5R	Foto area + daftar cek
3	Melaksanakan proyek praktik kecil	Produk siswa + checklist
4	Mengundang umpan balik industri/sejawat	Catatan review
5	Menyusun portofolio dan refleksi	Laporan implementasi

- Indikator berhasil: siswa dapat menjelaskan alasan teknis di balik keputusan kerja.
- Dokumentasi digunakan untuk perbaikan praktik berikutnya.

Evaluasi akhir diklat

Evaluasi mengukur pemahaman konsep, keterampilan praktik, keputusan teknis, dan kemampuan mengajar.

Tes pengetahuan

- Membaca gambar
- Material dan campuran
- QC dan cacat pekerjaan
- Keselamatan konstruksi

Uji praktik

- Pekerjaan pasangan
- Rangka tulangan mini
- Bekisting mini
- Slump test/inspeksi beton

Microteaching

- Demonstrasi prosedur
- Coaching siswa
- Penggunaan rubrik
- Umpan balik berbasis bukti

Portofolio

- Modul ajar
- LKPD
- Checklist QC
- Rencana aksi sekolah

Referensi utama standar teknis

Gunakan dokumen resmi yang berlaku dan pastikan sekolah mengakses versi legal/resmi.

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 — Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 1726:2019 — Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 — Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). SNI 2052:2017 — Baja tulangan beton.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). SNI 7974:2018 — Spesifikasi air pencampur untuk produksi beton semen hidraulis.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). SNI 6882:2014 — Spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 7656:2012 — Tata cara pemilihan campuran beton normal, beton berat, dan beton massa.

Referensi pendukung pembelajaran dan regulasi

Rujukan berikut mendukung keselamatan, estimasi biaya, dan pengembangan bahan ajar berbasis industri.

- Kementerian PUPR. (2021). Permen PUPR Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi.
- Kementerian PUPR. (2023). Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang PUPR.
- American Concrete Institute. (2019). ACI 318-19 Building Code Requirements for Structural Concrete.
- ASTM International. (2023). ASTM C143/C143M — Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.
- Neville, A. M. (2011). Properties of Concrete. Pearson.
- Mulyono, T. (2015). Teknologi Beton. Andi.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. (2022–2024). Panduan pembelajaran berbasis proyek dan asesmen SMK.

Penutup

Guru kejuruan yang kuat adalah guru yang mampu menghubungkan praktik industri, keselamatan, mutu, dan pembelajaran yang terukur.

Teknik Konstruksi Batu Beton

