

# LKPD Berbasis STEM

## Rancangan Tangki Penampung Air Hujan: Bangun Ruang Sisi Datar dan Sisi Lengkung

|                         |                                                                      |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Mata Pelajaran</b>   | Matematika                                                           |
| <b>Kelas / Semester</b> | X / Ganjil                                                           |
| <b>Materi</b>           | Bangun Ruang Sisi Datar dan Sisi Lengkung                            |
| <b>Alokasi Waktu</b>    | 2 × 35 menit (1 pertemuan)                                           |
| <b>Pendekatan</b>       | STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) berbasis proyek |
| <b>Kelompok</b>         | .....                                                                |
| <b>Anggota</b>          | 1. .... 2. .... 3. .... 4.<br>.....                                  |

### A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengerjakan LKPD ini, peserta didik mampu:

1. Mengonversi satuan volume ( $\text{m}^3$ ,  $\text{dm}^3$ , liter) dan menghitung potensi air hujan yang dapat ditampung dari suatu bidang tangkap.
2. Menentukan volume dan luas permukaan bangun ruang sisi datar (balok) dalam konteks tangki air.
3. Menentukan volume dan luas permukaan bangun ruang sisi lengkung (tabung, kerucut, bola) dalam konteks tangki dan komponen penyaring.
4. Membandingkan beberapa desain tangki berdasarkan kapasitas dan biaya bahan, lalu memilih desain terbaik dengan alasan matematis.
5. Merancang tangki penampung air hujan yang memenuhi batasan lahan, kapasitas, dan biaya.

## B. Keterkaitan STEM

| Aspek              | Wujud dalam LKPD ini                                                                                                                        |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Science</b>     | Siklus air dan curah hujan, pemanenan air hujan (rainwater harvesting), serta tekanan air yang makin besar pada kedalaman yang makin dalam. |
| <b>Technology</b>  | Menggunakan kalkulator ilmiah, spreadsheet, atau GeoGebra 3D untuk menghitung dan memeriksa ukuran beberapa desain tangki.                  |
| <b>Engineering</b> | Merancang tangki dan komponen penyaring dengan batasan lahan, kapasitas, dan biaya (proses merancang, menguji, dan memilih desain).         |
| <b>Mathematics</b> | Konversi satuan, volume, luas permukaan, serta perbandingan bangun ruang sisi datar dan sisi lengkung.                                      |

## C. Petunjuk Pengerjaan

1. Kerjakan secara berkelompok (4–5 orang) dan bagi peran: penghitung, pencatat, perancang sketsa, dan juru bicara.
2. Baca setiap kegiatan dengan teliti, lalu isi bagian yang kosong pada lembar ini.
3. Gunakan  $\pi = 22/7$  jika jari-jari kelipatan 7, dan  $\pi = 3,14$  untuk nilai lainnya. Tuliskan langkah penyelesaiannya.
4. Perhatikan alokasi waktu agar semua kegiatan selesai dalam satu pertemuan.

### Kotak Rumus

| Bangun                          | Volume                      | Luas Permukaan                                           |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|
| Balok ( $p \times l \times t$ ) | $V = p \times l \times t$   | $L = 2(pl + pt + lt)$                                    |
| Tabung ( $r, t$ )               | $V = \pi r^2 t$             | $L = 2\pi r(r + t)$                                      |
| Kerucut ( $r, t, s$ )           | $V = \frac{1}{3} \pi r^2 t$ | $L \text{ selimut} = \pi r s$ , dengan $s^2 = r^2 + t^2$ |
| Bola ( $r$ )                    | $V = \frac{4}{3} \pi r^3$   | $L = 4 \pi r^2$                                          |

**Konversi satuan:**  $1 \text{ m}^3 = 1.000 \text{ dm}^3 = 1.000 \text{ liter}$ . Fakta sains: hujan setinggi 1 mm pada  $1 \text{ m}^2$  bidang datar menghasilkan 1 liter air.

## D. Stimulus Masalah

Saat musim hujan, air hujan dari atap gedung sekolah mengalir begitu saja ke selokan, sementara di musim kemarau sekolah kesulitan air untuk menyiram taman dan membersihkan toilet. Tim **Eco-Engineer** sekolah ingin membangun tangki penampung air hujan, tetapi harus memilih bentuk dan ukuran tangki yang tepat: kapasitasnya cukup, muat di lahan yang tersedia, dan hemat biaya bahan.

**Pertanyaan utama:** Bentuk dan ukuran tangki apa yang paling tepat untuk menampung air hujan sekolah kita?

Tuliskan dugaan awal kelompokmu:

Bentuk tangki yang paling hemat bahan menurut kami adalah ....., karena .....

## E. Kegiatan 1: Menghitung Potensi Air Hujan ( $\pm 12$ menit)

(Science, Mathematics)

**Data lapangan:**

- Atap gedung berbentuk pelana. Bidang tangkap hujan terdiri atas 2 bidang atap persegi panjang, masing-masing berukuran  $10 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ .
- Curah hujan lebat: 50 mm dalam satu hari.
- Tidak semua air tertampung (ada yang menguap dan tumpah), sehingga efisiensi penampungan diperkirakan 80%.
- Kebutuhan air sekolah dari tangki: 200 liter/hari untuk taman dan 300 liter/hari untuk toilet.

**Pertanyaan:**

1. Hitung luas bidang tangkap total: .....  $\times$  .....  $\times$  ..... = .....  $\text{m}^2$ .
2. Volume air hujan yang tertampung = luas bidang tangkap  $\times$  tinggi hujan (dalam meter)  $\times$  efisiensi  
= .....  $\times$  .....  $\times$  ..... = .....  $\text{m}^3$ .
3. Ubah ke liter: .....  $\text{m}^3$  = .....  $\text{dm}^3$  = ..... liter.
4. Periksa hasil nomor 3 dengan fakta sains ( $1 \text{ mm}$  hujan di  $1 \text{ m}^2 = 1 \text{ liter}$ ). Tuliskan perhitungannya:  
.....
5. Dengan kebutuhan harian sekolah, air tertampung cukup untuk ..... hari.
6. Jadi, tangki yang kita rancang harus berkapasitas minimal ..... liter (.....  $\text{m}^3$ ).

## F. Kegiatan 2: Menganalisis Desain Tangki ( $\pm 25$ menit)

(Mathematics, Technology)

Tim Eco-Engineer menyiapkan dua desain tangki **tertutup**. Harga bahan: **Rp100.000 per  $\text{m}^2$**  luas permukaan.

|        | Desain A                                              | Desain B                               |
|--------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Bentuk | Balok                                                 | Tabung                                 |
| Ukuran | $p = 2 \text{ m}, l = 1 \text{ m}, t = 1,5 \text{ m}$ | $r = 0,7 \text{ m}, t = 1,5 \text{ m}$ |

### 1. Desain A (bangun ruang sisi datar)

- Volume = ..... = .....  $\text{m}^3$  = ..... liter
- Luas permukaan = ..... = .....  $\text{m}^2$
- Biaya bahan = .....  $\times$  Rp100.000 = Rp.....

### 2. Desain B (bangun ruang sisi lengkung), gunakan $\pi = 22/7$

- Volume = ..... = .....  $\text{m}^3$  = ..... liter
- Luas permukaan = ..... = .....  $\text{m}^2$
- Biaya bahan = .....  $\times$  Rp100.000 = Rp.....

### 3. Perbandingan kedua desain

| Aspek                                | Desain A | Desain B |
|--------------------------------------|----------|----------|
| Kapasitas (liter)                    |          |          |
| Luas permukaan ( $\text{m}^2$ )      |          |          |
| Biaya bahan (Rp)                     |          |          |
| Biaya per liter kapasitas (Rp/liter) |          |          |

### 4. Diskusikan:

- Apakah salah satu desain sudah memenuhi kapasitas minimal pada Kegiatan 1? Berapa kekurangannya?
- Desain mana yang lebih hemat bahan per liter air? Jelaskan alasanmu.
- Mengapa tangki yang tinggi memerlukan dinding yang lebih kuat? (Petunjuk: air di bagian dasar menerima tekanan dari seluruh tinggi air di atasnya.)

### 5. Komponen pelengkap: corong penyaring daun (bangun ruang sisi lengkung)

Pada pipa masuk dipasang corong penyaring berbentuk kerucut dengan jari-jari alas 0,3 m, tinggi 0,4 m, dan garis pelukis 0,5 m ( $\pi = 3,14$ ).

- Volume corong = ..... = .....  $\text{m}^3$  = ..... liter
- Luas selimut corong = ..... = .....  $\text{m}^2$

## G. Kegiatan 3: Merancang Tangki Sendiri ( $\pm 18$ menit)

(Engineering, Mathematics, Technology)

**Tantangan:** Rancang tangki penampung air hujan yang memenuhi semua batasan berikut.

- Lahan tersedia berukuran 2 m  $\times$  2 m, sehingga alas tangki tidak boleh melebihi lahan ini.
- Tinggi tangki maksimum 2 m.
- Kapasitas minimal sesuai hasil Kegiatan 1.
- Tangki tertutup, harga bahan Rp100.000 per  $\text{m}^2$ .
- Tujuan: biaya bahan seminimal mungkin.

**Langkah kerja:**

1. Tentukan dua kandidat desain (bentuk dan ukuran) lalu lengkapi tabel. Gunakan spreadsheet atau GeoGebra 3D untuk mencoba beberapa ukuran dengan cepat.

| Aspek                           | Kandidat 1 (.....) | Kandidat 2 (.....) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------|
| Ukuran                          |                    |                    |
| Volume (liter)                  |                    |                    |
| Luas permukaan ( $\text{m}^2$ ) |                    |                    |
| Biaya bahan (Rp)                |                    |                    |
| Memenuhi semua batasan?         |                    |                    |

2. Pilih desain terbaik kelompokmu dan tuliskan alasannya berdasarkan data.

Desain terpilih: ..... Alasan:

.....

3. Gambarlah **sketsa desain terpilih** lengkap dengan ukuran dan satuan pada bagian kosong di bawah ini atau di kertas terpisah.

(Ruang sketsa)

4. **Tantangan tambahan (bonus):** Bagaimana jika tangki berbentuk bola dengan jari-jari 1 m ( $\pi = 3,14$ )? Hitung volume, luas permukaan, dan biaya bahannya, lalu bandingkan dengan desain terpilih. Menurut kelompokmu, apa kendala membuat tangki berbentuk bola di sekolah?
- .....

5. (*Tugas lanjutan, opsional*) Buat model tangki dari karton dengan skala 1 : 10 dan siapkan untuk dipresentasikan.
- 

## H. Kesimpulan dan Refleksi

Lengkapi kalimat berikut:

1. Volume air hujan yang dapat ditampung dari atap sekolah adalah ..... liter, sehingga kapasitas tangki minimal ..... liter.
  2. Untuk kapasitas yang sama, bentuk yang lebih hemat bahan adalah ..... karena .....
  3. Matematika membantu saya mengambil keputusan dalam merancang tangki karena .....
  4. Hal yang masih ingin saya pelajari adalah .....
- 

## I. Pemeriksaan Pemahaman ( $\pm 5$ menit)

Kerjakan secara individu.

1. Sebuah tangki berbentuk balok berukuran 3 m  $\times$  2 m  $\times$  1 m. Berapa liter kapasitasnya dan berapa m<sup>2</sup> luas permukaannya?
  2. Sebuah tabung berjari-jari 7 dm dan tinggi 10 dm. Berapa liter air yang dapat ditampungnya? ( $\pi = 22/7$ )
  3. Sebuah bola berjari-jari 3 dm. Hitung volumenya. ( $\pi = 3,14$ )
  4. Jelaskan dengan kata-katamu sendiri mengapa tabung umumnya lebih hemat bahan daripada balok untuk volume yang sama.
-

## J. Rubrik Penilaian Kelompok

| Aspek                                  | Skor 4 (Sangat Baik)                                         | Skor 3 (Baik)                           | Skor 2 (Cukup)              | Skor 1 (Perlu Bimbingan)                 |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------|
| Konversi dan potensi air hujan         | Semua perhitungan dan konversi benar dengan langkah jelas    | Sebagian besar benar                    | Sebagian kecil benar        | Hampir seluruhnya salah                  |
| Volume dan luas permukaan              | Semua rumus dan hasil tepat untuk balok, tabung, dan kerucut | Ada 1 kekeliruan                        | Ada beberapa kekeliruan     | Banyak kekeliruan                        |
| Perbandingan dan pengambilan keputusan | Pilihan didukung data dan alasan matematis yang kuat         | Didukung data tetapi alasan kurang kuat | Alasan kurang didukung data | Tidak ada alasan                         |
| Rancangan dan sketsa (Engineering)     | Memenuhi semua batasan, ukuran jelas, kreatif                | Memenuhi sebagian besar batasan         | Sebagian batasan terlanggar | Rancangan tidak lengkap                  |
| Kerja sama                             | Seluruh anggota aktif berperan                               | Sebagian besar aktif                    | Hanya sebagian kecil aktif  | Hanya satu atau dua anggota yang bekerja |

Nilai = (jumlah skor ÷ 20) × 100

## K. Kunci Jawaban dan Pedoman untuk Guru

### Kegiatan 1

- Luas bidang tangkap =  $2 \times 10 \times 5 = 100 \text{ m}^2$ .
- Volume =  $100 \times 0,05 \times 0,8 = 4 \text{ m}^3 = 4.000 \text{ dm}^3 = 4.000 \text{ liter}$ .
- Verifikasi sains:  $100 \text{ m}^2 \times 50 \text{ mm} = 5.000 \text{ liter}$ , lalu  $\times 80\% = 4.000 \text{ liter}$ .
- Kebutuhan harian =  $200 + 300 = 500 \text{ liter/hari}$ , sehingga  $4.000 \div 500 = 8 \text{ hari}$ .
- Kapasitas tangki minimal  $4.000 \text{ liter} (4 \text{ m}^3)$ .

### Kegiatan 2

| Aspek           | Desain A (balok)                                              | Desain B (tabung)                                                       |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Volume          | $2 \times 1 \times 1,5 = 3 \text{ m}^3 = 3.000 \text{ liter}$ | $22/7 \times 0,7^2 \times 1,5 = 2,31 \text{ m}^3 = 2.310 \text{ liter}$ |
| Luas permukaan  | $2(2 + 3 + 1,5) = 13 \text{ m}^2$                             | $2 \times 22/7 \times 0,7 \times (0,7 + 1,5) = 9,68 \text{ m}^2$        |
| Biaya bahan     | Rp1.300.000                                                   | Rp968.000                                                               |
| Biaya per liter | $\approx \text{Rp}433$                                        | $\approx \text{Rp}419$                                                  |

- Diskusi (a): tidak ada yang memenuhi 4.000 liter. Desain A kurang 1.000 liter dan Desain B kurang 1.690 liter.
- Diskusi (b): Desain B sedikit lebih hemat per liter ( $\approx \text{Rp}419$  dibanding  $\approx \text{Rp}433$ ). Terima jawaban yang disertai data.
- Diskusi (c): tekanan air bertambah seiring kedalaman ( $p = \rho g h$ ), sehingga dinding dasar tangki yang tinggi menerima gaya lebih besar dan perlu lebih kuat.
- Corong kerucut:  $V = \frac{1}{3} \times 3,14 \times 0,3^2 \times 0,4 = 0,03768 \text{ m}^3 \approx 37,68 \text{ liter}$ . Luas selimut  $= 3,14 \times 0,3 \times 0,5 = 0,471 \text{ m}^2$ .

### Kegiatan 3 (jawaban contoh, kandidat lain yang memenuhi batasan tetap diterima)

| Aspek             | Balok $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$          | Tabung $r = 1 \text{ m}$ , $t = 1,3 \text{ m}$                                     |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Volume            | $4 \text{ m}^3 = 4.000 \text{ liter}$                              | $3,14 \times 1^2 \times 1,3 \approx 4,082 \text{ m}^3 \approx 4.082 \text{ liter}$ |
| Luas permukaan    | $2(4 + 2 + 2) = 16 \text{ m}^2$                                    | $2 \times 3,14 \times 1 \times (1 + 1,3) \approx 14,44 \text{ m}^2$                |
| Biaya bahan       | Rp1.600.000                                                        | $\approx \text{Rp}1.444.000$                                                       |
| Memenuhi batasan? | Ya (alas $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ , tinggi $1 \text{ m}$ ) | Ya (diameter $2 \text{ m}$ , tinggi $1,3 \text{ m}$ )                              |

- Kesimpulan contoh: tabung lebih hemat sekitar Rp156.000 dibanding balok pada kapasitas yang hampir sama.
- Bonus (bola  $r = 1 \text{ m}$ ):  $V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 1^3 \approx 4,19 \text{ m}^3 \approx 4.187 \text{ liter}$ . Luas permukaan  $= 4 \times 3,14 \times 1^2 = 12,56 \text{ m}^2$ , biaya  $\approx \text{Rp}1.256.000$ . Bola paling hemat bahan, tetapi sulit dibuat dan dipasang, kurang stabil, dan sulit dibersihkan.

### Pemeriksaan Pemahaman

1.  $V = 3 \times 2 \times 1 = 6 \text{ m}^3 = 6.000 \text{ liter}$ .  $L = 2(6 + 3 + 2) = 22 \text{ m}^2$ .
2.  $V = 22/7 \times 7^2 \times 10 = 1.540 \text{ dm}^3 = 1.540 \text{ liter}$ .
3.  $V = \frac{4}{3} \times 3,14 \times 3^3 = 113,04 \text{ dm}^3$ .
4. Contoh jawaban: untuk volume yang sama, bentuk yang lebih mendekati bola memiliki luas permukaan lebih kecil, sehingga bahan dindingnya lebih sedikit.

**Saran alokasi waktu (70 menit):** pengantar dan stimulus 5 menit, Kegiatan 1 sekitar 12 menit, Kegiatan 2 sekitar 25 menit, Kegiatan 3 sekitar 18 menit, kesimpulan dan pemeriksaan pemahaman sekitar 10 menit. Jika waktu terbatas, tantangan bonus dan pembuatan model dapat dijadikan tugas mandiri.