Kegiatan Pembelajaran 6

Aplikasi Fluida dalam Teknologi Industri

Fluida bukan hanya kita temui dalam kehidupan sehari-hari seperti air yang mengalir dari keran atau sungai yang menggerakkan perahu. Dalam dunia industri, fluida memiliki peran strategis, terutama dalam teknologi konversi energi seperti sistem hidrolik, pompa, dan turbin. Salah satu penerapan pentingnya adalah pada turbin air, yang memanfaatkan energi kinetik dan tekanan dari aliran air untuk menghasilkan energi mekanik yang kemudian diubah menjadi listrik melalui generator.



Gambar 5.1 Ilustrasi Aliran Sungai
Sumber: Canva

Pemanfaatan prinsip fluida dalam sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) sangat bergantung pada pemahaman tentang kecepatan aliran, tekanan fluida, dan debit air. Namun, efisiensi kerja turbin tidak hanya ditentukan oleh volume air yang mengalir, tetapi juga oleh desain sudu turbin, kondisi fluida, dan kontrol terhadap tekanan dan kecepatan aliran.

Untuk mengeksplorasi lebih dalam peran fluida dalam dunia teknologi energi, mari kita renungkan bersama pertanyaan-pertanyaan berikut.

Pertanyaan

1. Bagaimana turbin air mengubah energi air menjadi energi mekanik?
2. Apa faktor yang mempengaruhi efisiensi turbin air dalam industri?
3. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi turbin dalam sistem pembangkit listrik tenaga air (PLTA)?

Problem Exploration

Amati VIdeo tentang tekanan dalam fluida dan hukum pascal berikut ini



Video 6.1. Penggunaan turbin air dalam industri
Sumber: https://www.youtube.com/watch?v=W1pTtcE5NN8&ab_channel=InterestingEngineering

Setelah menonton video di atas dengan teman kelompok mu, mari lanjutkan kegiatan pembelajaran dengan mengikuti langkah berikut.

Mengamati Fenomena dan Identifikasi Permasalahan

Mengamati dengan seksama fenomena yang terjadi, lalu catat hasil pengamatan anda dan identifikasi permasalahan yang muncul

Tabel 6.1. Fenomena dan Permasalahan

Fenomena yang diamati	Permasalahan yang muncul
Kecepatan putaran turbin menurun saat debit air rendah	Efisiensi turbin sangat tergantung pada volume air; turbin kurang optimal saat musim kemarau atau pasokan air menurun

Mengajukan Pertanyaan Berbasis Proyek dan Rekayasa

Ajukan minimal satu pertanyaan yang dapat mengarah pada solusi berbasis proyek dan rekayasa terkait aplikasi fluida dalam teknologi industri

Tabel 6.2. Pertanyaan berbasis proyek dan rekayasa

Pertanyaan diajukan	Solusi berbasis proyek dan rekayasa
Bagaimana cara meningkatkan efisiensi energi dari turbin air di daerah dengan debit air rendah?	Merancang prototipe turbin mikro-hidro yang tetap mampu menghasilkan daya pada aliran rendah, dengan sudu yang lebih ringan dan sistem kontrol tekanan otomatis berbasis sensor debit air

Rencana dan Tindakan

Setelah merumuskan pertanyaan dari fenomena yang diamati, tuliskan tujuan yang ingin kamu capai. Selanjutnya, buatlah rencana tindakan yang akan kamu lakukan untuk mencapai tujuan tersebut.

Tabel 6.3. Rencana dan Tindakan

Rencana	Tindakan
Sudu turbin ringan tetap dapat berputar meskipun aliran air kecil	Hukum Kekekalan Energi: energi kinetik aliran kecil tetap dapat dikonversi ke energi mekanik jika hambatan massa diperkecil

Dokumentasi Hasil Observasi

Dokumentasikan hasil observasi anda dalam salah satu format berikut:

Teks: Deskripsi singkat tentang hasil pengamatan
Gambar/Diagram: Sketsa sederhana tentang peristiwa dalam video
Grafik/Perhitungan Matematis: Jika memungkinkan, buat grafik hubungan tekanan dan kedalaman

Pilih File **Unggah Dokumentasi hasil observasi disini**
Upload File maksimal 10 Mb

Representation Structuring

Telusuri Informasi dari Berbagai Sumber

Untuk memperdalam pemahamanmu tentang aplikasi fluida dalam teknologi industri, silakan telusuri informasi dari berbagai sumber tepercaya. Kamu dapat menggunakan buku paket Fisika SMA, jurnal ilmiah dari Google Scholar atau Scopus, penjelasan visual di Khan Academy, artikel ensiklopedia di Wikipedia, atau e-book dari Z-Library. Catat informasi penting yang kamu temukan, lalu hubungkan dengan fenomena yang diamati dalam eksperimen.

Tabel 6.4. Informasi dari Berbagai Sumber

Sumber Referensi	Topik/Informasi ditemukan	Relevansi dengan Materi
Buku Fisika SMA Kelas XI	Penjelasan tentang debit, tekanan fluida, dan penerapannya dalam turbin air	Memberikan dasar konsep yang diperlukan untuk memahami cara kerja dan efisiensi turbin air

Analisis Permasalahan dengan Berbagai Representasi

Lengkapi tabel berikut berdasarkan konsep tekanan dalam fluida

Tabel 6.5. Analisis Permasalahan dengan Representasi

Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Turbin	Deskripsi Faktor	Dampak Efisiensi (positif/negatif)	Alasan Dampak
Kecepatan Air			
Bentuk Baling-baling			
Sudut Baling-baling			
Material Baling-baling			
Hambatan Mekanis			

Diskusi dan Perbandingan Strategi

Diskusikan dan bandingkan berbagai strategi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah fluida dalam teknologi industri

Tabel 6.6. Diskusi dan Perbandingan Strategi

Pertanyaan	Jawaban/Strategi Penyelesaian
Bagaimana meningkatkan efisiensi turbin air pada wilayah dengan debit air rendah?	Mendesain turbin mikro-hidro dengan sudu ringan dan efisien, menggunakan material rendah massa dan sudut optimal. Menambahkan sistem kontrol debit otomatis untuk menjaga tekanan tetap stabil.

Hipotesis dan Prediksi

Buatlah prediksi atau hipotesis berdasarkan konsep aplikasi fluida dalam teknologi industri yang dapat diuji melalui eksperimen lanjutan. Sajikan dalam bentuk visual, numerik, atau deskriptif agar lebih mudah dipahami dan dianalisis.

Tabel 6.7. Hipotesis dan Prediksi

Hipotesis	Variabel diamati	Prediksi

Pilih File — Unggah hipotesis dalam format visual, numerik atau deskriptif
Upload File maksimal 10 Mb

Investigative Reasoning

Pada tahap ini, kamu akan melakukan eksperimen sederhana untuk memahami konsep debit, yaitu volume fluida yang mengalir per satuan waktu. Dengan membandingkan aliran dari kran kecil, sedang, dan besar, amati waktu yang dibutuhkan untuk mengisi wadah. Dari percobaan ini, hubungkan kecepatan aliran, volume, dan waktu, lalu susun persamaan sederhana yang menggambarkan hubungan tersebut.

Eksperimen Debit Air

Tujuan Eksperimen

1. Mengamati bagaimana perubahan debit air memengaruhi waktu pengisian suatu wadah berukuran tetap.
2. Menelusuri pengaruh diameter pipa terhadap besar debit air yang mengalir.
3. Menganalisis hubungan antara debit, waktu pengisian, dan luas penampang pipa berdasarkan konsep fluida dinamis.

Alat dan Bahan

1. Botol plastik berukuran 1 liter (bisa lebih dari satu untuk pengulangan)
2. Sumber air dengan keran (bisa diatur posisinya: kecil, sedang, besar)
3. Stopwatch (bisa dari HP)
4. Penggaris atau meteran (untuk mengukur tinggi keran jika diperlukan)
5. Pipa dengan diameter berbeda (misal: kecil, sedang, besar)
6. Gelas ukur (jika ingin mengukur volume dengan presisi)

Langkah Eksperimen

Mengukur Waktu Berdasarkan Debit Air

1. Siapkan botol plastik kosong berukuran 1 liter.
2. Tempatkan botol di bawah keran, pastikan tidak miring.
3. Atur bukaan keran pada posisi rendah.
4. Nyalakan stopwatch saat air mulai mengalir dan matikan ketika botol penuh. Catat waktunya.
5. Ulangi langkah 3–4 untuk posisi rendah, sedang dan tinggi.
6. Catat seluruh waktu pengisian pada tabel 6.8.

Pengaruh Diameter Pipa terhadap Debit

1. Gunakan pipa dengan diameter kecil, sambungkan ke keran.
2. Ulangi proses pengisian botol 1 liter dan catat waktunya.
3. Ganti dengan pipa diameter sedang, ulangi proses dan catat waktu.
4. Lakukan hal yang sama untuk pipa diameter besar.
5. Bandingkan waktu pengisian pada masing-masing pipa.
6. Catat seluruh hasil eksperimen pada tabel 6.9.

Dokumentasikan Hasil Eksperimen

Pada tahap ini, kamu akan mencatat hasil eksperimen “Debit Air” untuk mengamati bagaimana besarnya debit air memengaruhi waktu pengisian wadah tertentu. Setiap pengaturan aliran air dan diameter pipa akan memberikan hasil yang berbeda, dan melalui pengamatan ini kamu akan memahami hubungan antara volume, waktu, debit, serta bagaimana diameter pipa memengaruhi kecepatan aliran. Dokumentasikan setiap data secara cermat agar kamu dapat menganalisis pola yang terjadi dan menarik kesimpulan ilmiah dari percobaan ini.

Tabel 6.8. Hasil Eksperimen

Debit Air (Rendah/Sedang/Tinggi)	Waktu Pengisian (detik)	Pengamatan Tambahan

Tabel 6.9. Hasil Eksperimen

Diameter Pipa (Kecil/Sedang/Besar)	Waktu Pengisian (detik)	Pengamatan Tambahan

Pertanyaan

Setelah melakukan eksperimen dan mengisi hasil eksperimen, selanjutnya analisis hubungan antara debit air, diameter pipa, dan waktu pengisian wadah

Jawaban

Scientific Modelling

1. Buat ulang model turbin air menggunakan desain baling-baling atau sendok yang menurutmu paling efisien untuk menghasilkan putaran maksimal dari aliran air. Model dapat dibuat secara mandiri tanpa tools digital, menggunakan bahan daur ulang seperti sendok plastik, karton, atau stik es krim, maupun secara digital dengan aplikasi seperti SketchUp, Tinkercad, Blender, Fusion 360, atau SolidWorks.
2. Jelaskan cara kerja model turbin air yang telah kamu buat, dan hubungkan dengan konsep fluida seperti: Konversi energi kinetik air menjadi energi mekanik, Pengaruh kecepatan aliran terhadap gaya dorong baling-baling, Efisiensi desain sudut berdasarkan debit air.
3. Dokumentasikan langkah-langkah pembuatan model secara urut dan jelas. Gunakan diagram, deskripsi tertulis, atau foto/video proses pembuatan sebagai bukti bahwa kamu memahami proses konstruksi model turbinmu.

Pilih File **Unggah link video dan cara kerja model**
Upload File maksimal 10 Mb

Model Assesment

Uji Model dalam Kondisi Nyata atau Simulasi

Lakukan uji coba model yang telah dibuat:

1. Jika menggunakan model fisik, alirkan air ke turbin dengan gayung, selang, atau botol. Amati kecepatan putaran, kestabilan, dan efektivitas sudu dalam menangkap aliran. Uji variasi debit air atau sudut, lalu catat dampaknya terhadap kinerja turbin.
2. Jika menggunakan model digital atau diagram teknis, lakukan simulasi dengan memvariasikan kecepatan aliran, volume air, atau desain sudu. Amati perubahan tekanan, kecepatan putar, dan efisiensi konversi energi menjadi gerak mekanik.
3. Gunakan fitur visualisasi pada software seperti Tinkercad, Fusion 360, atau SolidWorks untuk mengevaluasi performa desain turbinmu.

Menyajikan Data Hasil Uji dalam Grafik, Tabel, atau Laporan Analisis

Catat hasil pengujian ke dalam tabel berikut

Tabel 6.10. Hasil Pengujian

Variasi Kondisi	Hasil Pengujian	Evaluasi

Setelah mengisi tabel di atas, langkah selanjutnya adalah membandingkan serta mengidentifikasi model sebagai berikut

1. Bandingkan hasil uji coba dengan teori yang sudah dipelajari
2. Identifikasi bagian model yang perlu diperbaiki atau disempurnakan

Pilih File **Unggah data hasil uji coba**
Upload File maksimal 10 Mb

Adaptive Reflection



Analisis Hasil Evaluasi dan Perbaikan

1. Tinjau kembali hasil evaluasi dari tahap Model Assessment.
2. Identifikasi kelemahan dan kekurangan yang ditemukan dalam eksperimen atau model.
3. Diskusikan perbaikan yang dapat dilakukan agar model lebih sesuai dengan konsep fluida dalam teknologi industri

Tabel 6.11. Evaluasi dan Perbaikan

Masalah yang ditemui	Kemungkinan Penyebab	Rekomendasi Perbaikan
Turbin tidak stabil saat berputar	Sumbu tidak sejajar atau rangka tidak simetris	Periksa dan perkuat struktur penyangga serta pastikan sumbu putaran terpasang lurus dan simetris

Perbaikan dan Penyempurnaan Solusi

1. Lakukan perbaikan pada model atau simulasi berdasarkan hasil analisis.
2. Uji kembali model yang telah diperbaiki untuk melihat efektivitas perbaikannya.
3. Catat perubahan dan peningkatan yang terjadi setelah perbaikan.

Tabel 6.12. Membandingkan Performa Model

Aspek diperbaiki	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
Stabilitas putaran turbin	Turbin bergetar dan sulit berputar stabil karena sumbu tidak sejajar dan rangka tidak kokoh	Turbin berputar lebih stabil dan lancar setelah sumbu diluruskan dan rangka diperkuat

Aspek diperbaiki	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan

Dokumentasi Seluruh Proses dalam Laporan atau Presentasi

1. Buat laporan atau dokumentasi yang menjelaskan seluruh proses, mulai dari eksperimen awal hingga perbaikan yang dilakukan.
2. Gunakan format dokumentasi yang sesuai dengan preferensi masing-masing kelompok.
3. Sertakan gambar, grafik, dan analisis untuk memperjelas laporan.
4. Sajikan solusi dalam bentuk laporan ilmiah atau poster edukaitf
5. Diskusikan penerapan model dalam kehidupan nyata

Tabel 6.13. Format Laporan

Format	Deskripsi	Tools yang digunakan
Laporan Ilmiah	Dokumentasi lengkap dalam bentuk tulisan formal	Microsoft Word, Google Docs
Poster Ilmiah	Ringkasan visual dari hasil eksperimen dan perbaikan	Canva, Visme
Video Dokumentasi	Rekaman proses perbaikan dan uji model	Adobe Premiere Pro, Final Cut Pro, Capcut, dll
Simulasi Digital	Pemodelan perbaikan model dalam bentuk digital	PhET, Tinkercad, SketchUp

Pilih File **Unggah Laporan Akhir**
Upload File maksimal 10 Mb

Rangkuman

1. Tekanan dalam fluida adalah gaya per satuan luas yang bekerja ke segala arah, tergantung kedalaman dan massa jenis fluida.
2. Hukum Pascal menyatakan tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang tertutup diteruskan merata ke segala arah.
3. Sistem hidrolik seperti dongkrak bekerja karena perbedaan luas penampang menghasilkan perbedaan gaya.
4. Tekanan hidrostatik bertambah seiring kedalaman karena berat kolom fluida di atasnya.
5. Gaya apung timbul karena adanya selisih tekanan antara bagian bawah dan atas benda dalam fluida.
6. Menurut Hukum Archimedes, gaya apung sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda.
7. Tegangan permukaan muncul karena kohesi molekul pada permukaan fluida yang bertindak seperti lapisan elastis.
8. Zat aditif seperti sabun dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga memengaruhi gaya apung benda kecil.
9. Viskositas adalah hambatan internal fluida terhadap aliran, makin kental fluida, makin tinggi viskositasnya.
10. Hukum kontinuitas menyatakan debit fluida tetap, sehingga fluida mempercepat di penampang sempit.
11. Prinsip Bernoulli menunjukkan bahwa fluida yang mengalir lebih cepat memiliki tekanan yang lebih rendah.
12. Debit adalah volume fluida yang mengalir tiap satuan waktu dan dipengaruhi oleh luas penampang dan kecepatan.
13. Gaya angkat pesawat terjadi karena perbedaan kecepatan udara di atas dan bawah sayap, menghasilkan beda tekanan.
14. Sayap pesawat dirancang agar udara di atas mengalir lebih cepat, menciptakan tekanan lebih rendah dan gaya angkat.