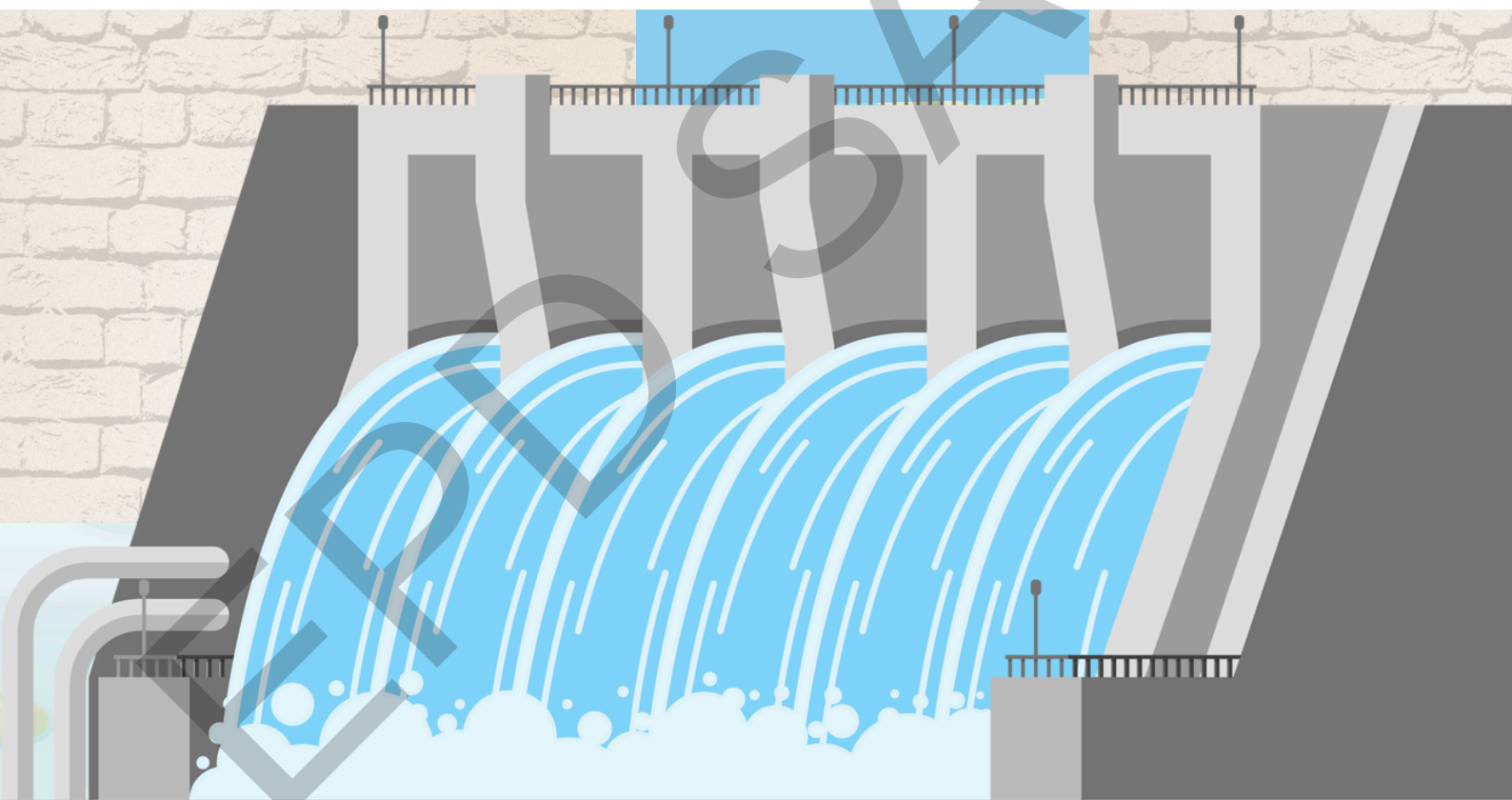




Environmental Education Module
Modul Pendidikan Alam Sekitar

Energy Aspect

Aspek Tenaga



Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah
Kementerian Pelancongan, Kebudayaan dan Alam Sekitar Sabah

Energy Aspect

Aspek Tenaga



Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah
Kementerian Pelancongan, Kebudayaan dan Alam Sekitar Sabah



© Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah, 2025

Hakcipta terpelihara. Sebarang bentuk penerbitan semula sama ada secara keseluruhan atau sebahagian adalah dilarang sama sekali kecuali dengan kebenaran bertulis daripada Pengarah Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah.

Diterbitkan oleh:

Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah

Lot 1 (GF-4th Floor) & Lot 2-4 (GF),

Wisma IDS, Off Jalan Pintas,

89500 Penampang, Sabah.

© Environment Protection Department Sabah, 2025

All rights reserved. Any form of reproduction either in whole or in part is prohibited except with the written permission from the Director of Environment Protection Department of Sabah.

Published by:

Environment Protection Department of Sabah

Lot 1 (GF-4th Floor) & Lot 2-4 (GF),

Wisma IDS, Off Jalan Pintas,

89500 Penampang, Sabah.



PREFACE

The environment is among our most precious assets and a collective heritage that must be protected for the well-being of future generations. Sabah is world renowned for its rich natural heritage, diverse ecosystems, and extraordinary biodiversity, therefore environmental education is essential in promoting sustainable development and safeguarding the long-term integrity of our natural resources.

This Environmental Education Module has been developed as part of Sabah's ongoing efforts to enhance environmental awareness, deepen understanding, and encourage proactive engagement across all levels of society. It provides essential knowledge on key environmental aspects and offers practical actions any stakeholders can undertake to promote environmental stewardship.

We hope this module will contribute in strengthening the environmental education in Sabah and increase collaboration among government agencies, educational institutions, private sector and the community. Through shared responsibility and increased capacity, we can cultivate a society that values and actively participates in the protection of the environment.

My sincere appreciation to the Environment Protection Department Sabah and all parties involved in the development of this module. Special thanks are extended to the government agencies in Sabah, private sector, non-governmental organisations, academic institutions, and members of the Sabah Environmental Education Network (SEEN) for their dedication and continued support.

It is my hope that this module will inspire meaningful action and serve as a catalyst for a more sustainable and resilient future for Sabah.

DATUK JOSIE LAI

Permanent Secretary,
Ministry of Tourism, Culture and Environment Sabah



FOREWORD

The Environment Protection Department is proud to present this environmental education module, developed to support the advancement of environmental awareness and stewardship across Sabah.

This module has been carefully designed to provide fundamental knowledge on a key environmental theme, complemented by practical actions that individuals and communities can implement to contribute meaningfully to environmental sustainability. It reflects our commitment to fostering a deeper understanding of environmental issues and empowering proactive engagement at all levels of society.

In line with Sabah's broader environmental goals, this module aims to nurture a sense of responsibility, support informed decision-making, and encourage collective action towards the preservation of our environment. By strengthening environmental education efforts, we take a vital step towards building a more resilient and sustainable future for the state.

The development of this module would not have been possible without the dedicated efforts and collaboration of various stakeholders. On behalf of the Environment Protection Department Sabah, I would like to express my sincere appreciation to all government agencies, non-governmental organisations, educational institutions, and members of the Sabah Environmental Education Network (SEEN) who contributed their expertise and support to this initiative.

It is our aspiration that this module will serve as a valuable tool in promoting a deeper understanding of environmental conservation and in cultivating a community that is committed to protecting and sustaining Sabah's rich natural environment for generations to come.

DAISY ALOYSIUS

Acting Director,
Environment Protection Department Sabah

Acknowledgement

Penghargaan

This publication is part of the Environment Protection Department Sabah's initiative to create a comprehensive environmental educational module.

This module is intended for educational purpose only. All content, including text, illustrations and examples, is based on credible sources. Users are encouraged to refer to additional references or subject matter experts to obtain information tailored to their specific needs.

We would like to express our sincere appreciation to all stakeholders involved, including government agencies, educational institutions, non-governmental organizations, the private sectors, local communities, and members of the Sabah Environmental Education Network (SEEN), who have contributed directly and indirectly to this initiative. Their expertise, insights and commitment have been instrumental in shaping the content and ensuring its value as an effective educational resource.

Penerbitan ini adalah sebahagian daripada inisiatif Jabatan Perlindungan Alam Sekitar Sabah untuk menghasilkan modul pendidikan alam sekitar yang komprehensif.

Modul ini disediakan khusus untuk tujuan pendidikan sahaja. Segala kandungan, termasuk teks, ilustrasi dan contoh, adalah berdasarkan sumber yang boleh dipercayai. Pengguna digalakkan untuk merujuk kepada bahan tambahan atau pakar dalam bidang berkaitan bagi mendapatkan maklumat yang sesuai dengan keperluan masing-masing.

Kami merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak berkepentingan yang terlibat, termasuk agensi Kerajaan, institusi pendidikan, pertubuhan bukan kerajaan, sektor swasta, komuniti setempat serta ahli Sabah Environmental Education Network (SEEN), yang telah menyumbang secara langsung atau tidak langsung kepada inisiatif ini. Kepakaran, pandangan dan komitmen mereka telah memainkan peranan penting dalam menghasilkan kandungan modul ini serta memastikan nilainya sebagai sumber pendidikan yang berkesan.

Table of Content

Kandungan

1	Introduction and Purpose / Pengenalan dan Tujuan	5
1.1	Purpose of the Module / Tujuan Modul	6
1.2	How Facilitators Can Use the Module / Bagaimana Fasilitator Boleh Menggunakan Modul Ini	7
1.3	Why This Module is Critical for Sabah / Mengapakah Modul Ini Kritikal Bagi Sabah	8
2	Understanding Energy Aspect / Memahami Aspek Tenaga	11
2.1	Introduction / Pengenalan	11
2.2	Forms of Energy / Bentuk Tenaga	12
2.3	Sources of Energy / Sumber Tenaga	14
2.3.1	Renewable Energy / Tenaga Boleh Diperbaharui	15
2.3.1.1	Types of Renewable Energy / Jenis-Jenis Tenaga Boleh Diperbaharui	15
2.3.2	Non-Renewable Energy / Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui	25
2.3.2.1	Types of Non-Renewable Energy / Jenis-Jenis Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui	25
2.4	Importance of Energy Savings / Kepentingan Penjimatan Tenaga	29
2.4.1	Why Do We Need To Save Energy? / Mengapakah Kita Perlu Menjimatkan Tenaga?	29
2.4.2	Impacts of Over Consumption of Energy / Kesan Penggunaan Tenaga Berlebihan	31

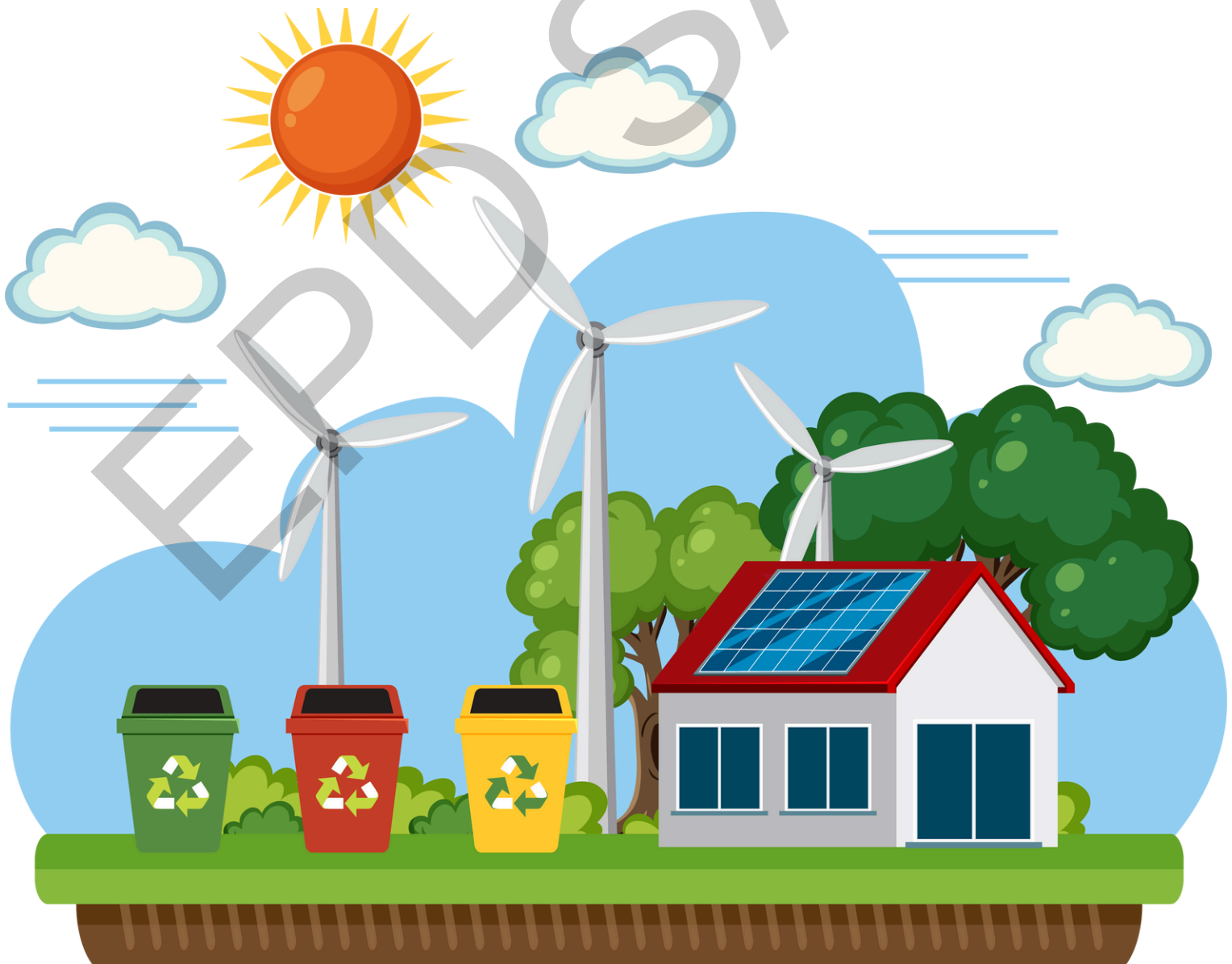
2.4.3	Common Energy-Related Issues in Sabah / <i>Isu-Isu Berkaitan Tenaga yang Umum di Sabah</i>	32
2.5	Actions Community Can Take To Conserve Energy / <i>Tindakan yang Boleh Diambil oleh Komuniti untuk Menjimatkan Tenaga</i>	34
2.5.1	How Can We Save Energy? / <i>Bagaimana Kita Boleh Menjimatkan Tenaga?</i>	34
2.5.2	Energy Efficiency Label / <i>Label Kecekapan Tenaga</i>	36
3	Practical Activities / Aktiviti Praktikal	39
3.1	Activities for Primary School Students / <i>Aktiviti untuk Pelajar Sekolah Rendah</i>	39
3.1.1	Solar Oven / <i>Ketuhar Solar</i>	39
3.1.2	Energy Sources Games / <i>Permainan Sumber Tenaga</i>	43
3.2	Activities for Secondary School Students / <i>Aktiviti untuk Pelajar Sekolah Menengah</i>	46
3.2.1	Power from Water / <i>Kuasa daripada Air</i>	46
3.2.2	Energy Conservation Scavenger Hunt / <i>Pemburuan Harta Karun Penjimatan Tenaga</i>	50
3.3	Activities for Adults / <i>Aktiviti untuk Orang Dewasa</i>	52
3.3.1	Energy Efficiency Workshop / <i>Bengkel Kecekapan Tenaga</i>	52
3.3.2	Small Scale Wind Turbine / <i>Turbin Angin Skala Kecil</i>	56
	References / Rujukan	60

Chapter 1

Introduction and Purpose

Bab 1

Pengenalan dan Tujuan

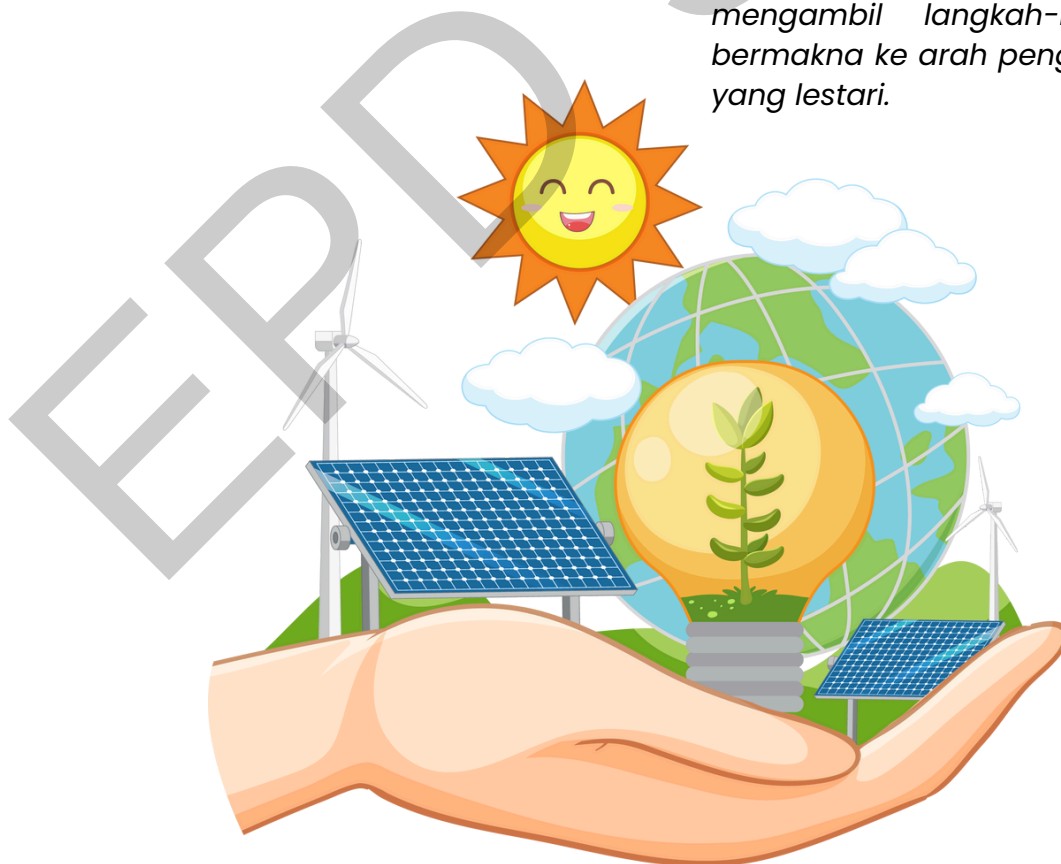


Chapter 1 | Bab 1

Introduction and Purpose | Pengenalan dan Tujuan

This module is designed to equip facilitators with essential knowledge and practical tools to effectively educate a diverse range of audiences—including primary and secondary school students as well as adults—on energy-related topics. By fostering a deeper appreciation of energy in our daily lives, this module aims to illuminate the unique challenges faced in Sabah while inspiring community-driven actions to promote energy conservation and long-term preservation. Through this approach, facilitators will not only raise awareness but also empower communities to take meaningful steps toward sustainable energy management.

Modul ini direka untuk membekalkan fasilitator dengan pengetahuan asas dan alat praktikal untuk mendidik pelbagai kumpulan sasaran—termasuk pelajar sekolah rendah dan menengah serta orang dewasa—mengenai topik berkaitan tenaga. Dengan memupuk penghargaan yang lebih mendalam terhadap peranan tenaga dalam kehidupan seharian kita, modul ini bertujuan untuk menerangkan cabaran unik yang dihadapi di Sabah sambil memberi inspirasi kepada tindakan yang dipacu oleh komuniti untuk mempromosikan penjimatan tenaga dan pemeliharaan jangka panjang. Melalui pendekatan ini, fasilitator bukan sahaja akan meningkatkan kesedaran tetapi juga memperkasakan komuniti untuk mengambil langkah-langkah yang bermakna ke arah pengurusan tenaga yang lestari.



1.1 | Purpose of the Modules

Tujuan Modul

The purpose of the module includes:
Tujuan modul ini meliputi:

- **Knowledge Sharing:**

Provide facilitators with a well-structured, easy-to-use framework that highlights the sources of energy, its significance, the challenges facing in Sabah, and practical strategies for conservation. This framework enables facilitators to deliver engaging, impactful sessions that are tailored to the diverse needs and comprehension levels of their audience, ensuring the content resonates effectively.

- **Fostering Awareness and Action:**

This module extends beyond mere information sharing—they are designed to drive behavioral change and inspire collective community action. Through hands-on activities and interactive learning sessions, participants will not only gain a deeper understanding of energy-related issues but also feel motivated to take meaningful steps toward conserving and protecting energy resources.

- **Perkongsian Pengetahuan:**

Membekalkan fasilitator dengan rangka kerja yang tersusun dan mudah diikuti yang menekankan sumber tenaga, kepentingannya, cabaran yang dihadapi di Sabah, serta langkah-langkah yang boleh diambil untuk pemuliharaan. Rangka kerja ini membolehkan fasilitator menyampaikan sesi yang menarik dan memberi impak, yang disesuaikan dengan keperluan serta tahap pemahaman audiens mereka, memastikan kandungan tersebut memberi impak dengan berkesan.

- **Meningkatkan Kesedaran dan Tindakan:**

Modul ini lebih daripada sekadar perkongsian maklumat—ia direka untuk mendorong perubahan tingkah laku dan memberi inspirasi kepada tindakan komuniti secara kolektif. Melalui aktiviti praktikal dan sesi pembelajaran interaktif, peserta bukan sahaja akan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai isu-isu berkaitan tenaga, tetapi juga merasa bermotivasi untuk mengambil langkah-langkah yang bermakna ke arah pemeliharaan dan perlindungan sumber tenaga.

1.2 | How Facilitators Can Use the Module

Bagaimana Fasilitator Boleh Menggunakan Modul Ini

The module is adaptable, making them suitable for diverse settings, including schools, community halls, and public events. They include:

- **Foundational Knowledge:**

Clear and concise explanations of energy-related topics, designed to be accessible for audiences of all ages.

- **Interactive Discussions:**

Facilitators can use the module to initiate conversations about local energy-related challenges and solutions.

- **Practical Activities:**

This module contains hands-on activities that align with the educational goals for each target group, fostering experiential learning and personal connection to the topics.

Modul ini boleh diubah suai, menjadikannya sesuai untuk pelbagai persekitaran, termasuk sekolah, dewan komuniti, dan acara awam. Ia merangkumi:

- **Pengetahuan Asas:**

Penjelasan yang jelas dan ringkas mengenai topik berkaitan tenaga, direka untuk mudah diakses oleh audiens dari semua peringkat umur.

- **Perbincangan Interaktif:**

Fasilitator boleh menggunakan modul ini untuk memulakan perbincangan mengenai cabaran dan penyelesaian berkaitan tenaga di kawasan tempatan.

- **Aktiviti-aktiviti Praktikal:**

Modul ini mengandungi aktiviti praktikal yang selaras dengan matlamat pendidikan untuk setiap kumpulan sasaran, memupuk pembelajaran melalui pengalaman dan hubungan peribadi dengan topik-topik tersebut.

1.3 | Why This Module is Critical for Sabah *Mengapakah Modul Ini Kritikal Bagi Sabah*

Sabah, like many regions, faces unique challenges in energy sources management, including renewable energy and non-renewable energy. Educating the public—especially younger generations—on these issues is vital to ensuring the sustainable use of energy resources. This module provides facilitators with the tools to:

Sabah, seperti kawasan/negeri lain, menghadapi cabaran unik dalam pengurusan sumber tenaga, termasuk tenaga boleh diperbaharui dan tenaga tidak boleh diperbaharui. Mendidik masyarakat—terutamanya generasi muda—tentang isu-isu ini adalah penting untuk memastikan penggunaan sumber tenaga secara mampan. Modul ini menyediakan fasilitator dengan alat-alat untuk:

- Highlight the value of renewable energy as a resource.
- Raise awareness about the environmental and socio-economic impacts of overconsumption of energy.
- Encourage community-driven initiatives to protect and conserve energy resources.
- *Menekankan nilai tenaga boleh diperbaharui sebagai sumber.*
- *Meningkatkan kesedaran mengenai impak alam sekitar dan sosio-ekonomi akibat penggunaan tenaga yang berlebihan.*
- *Menggalakkan inisiatif berasaskan komuniti untuk melindungi dan memulihara sumber tenaga.*

By equipping facilitators with this structured and practical guide, the aim is to empower individuals and communities to understand their roles in preserving Sabah's energy resources and to instill a sense of responsibility that will benefit future generations.

Dengan membekalkan fasilitator dengan panduan yang terstruktur dan praktikal ini, matlamatnya adalah untuk memperkasakan individu dan komuniti untuk memahami peranan mereka dalam memelihara sumber tenaga Sabah dan menanamkan rasa tanggungjawab yang akan memberi manfaat kepada generasi akan datang.



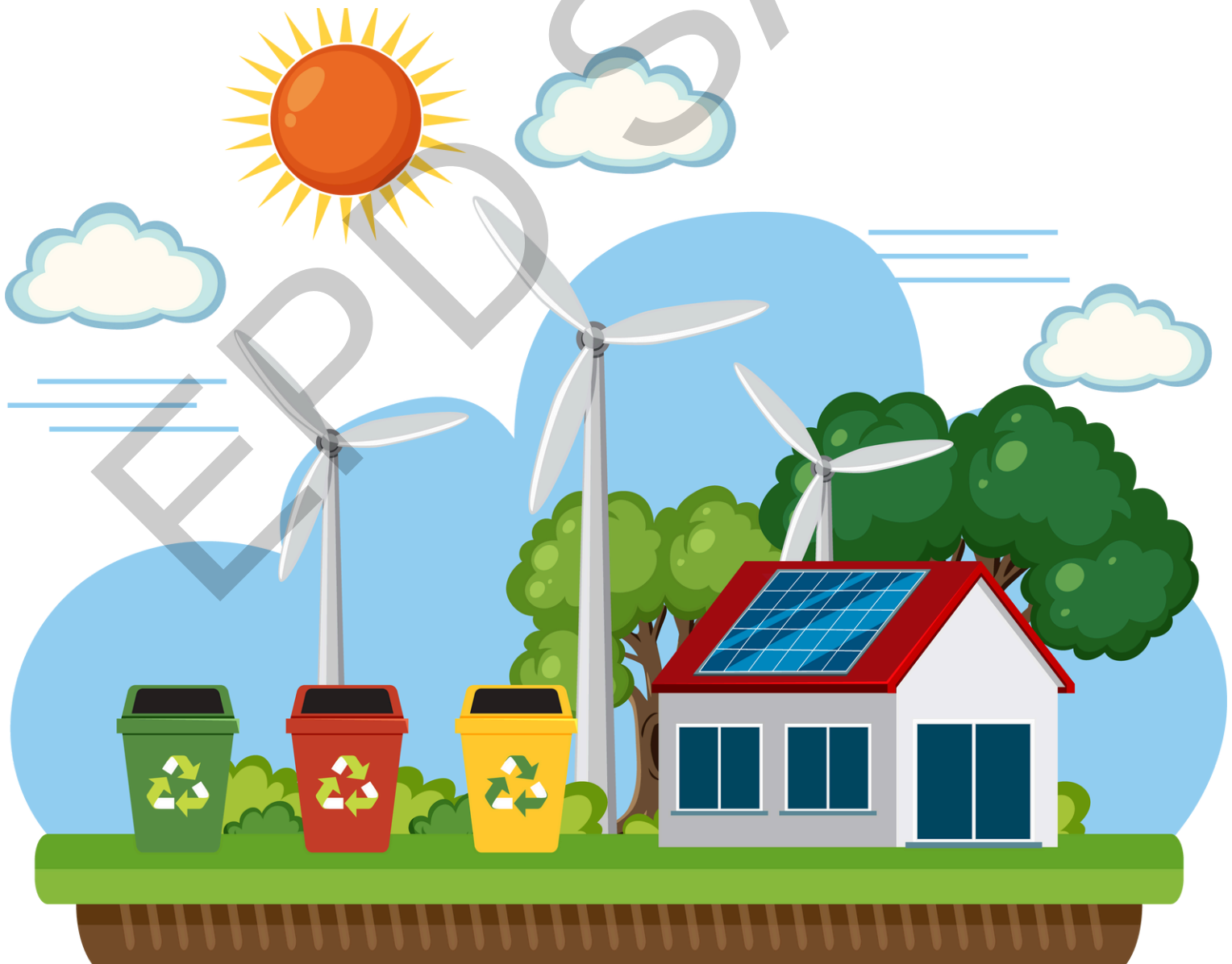
Ulu Padas Hydroelectric Dam | SESB
Empangan Hidroelektrik Ulu Padas

Chapter 2

Understanding Energy Aspect

Bab 2

Memahami Aspek Tenaga

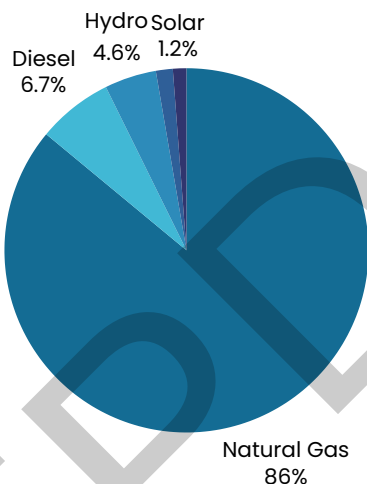


Chapter 2 | Bab 2

Understanding Energy Aspect | Memahami Aspek Tenaga

2.1 | Introduction Pengenalan

Energy is an essential component of daily life and a driving force behind development, sustaining ecosystems, economies, and societies. Defined as the capacity to perform work or produce heat, energy exists in various forms and remains conserved in nature, adhering to the principle that it cannot be created or destroyed. It underpins everything from biological processes to technological advancements.



Source/Sumber: Sabah Energy Roadmap and Masterplan 2040

Energy plays a pivotal role in bridging development gaps in Sabah. It is essential for sustaining the needs of urban centers such as Kota Kinabalu and addressing the unique challenges faced by rural areas where reliable electricity access is still limited. Power generation mix in Sabah **relies heavily on natural gas (86%)** whereas renewable energy only comprises 7.3% of the total power generation mix.

Tenaga adalah komponen penting dalam kehidupan seharian dan pemangkin utama dalam pembangunan, ekosistem, ekonomi dan masyarakat. Didefinisikan sebagai keupayaan untuk melakukan kerja atau menghasilkan haba, tenaga wujud dalam pelbagai bentuk dan kekal terpelihara dalam alam semula jadi, selaras dengan prinsip bahawa ia tidak boleh dicipta atau dimusnahkan. Tenaga menjadi asas kepada segala-galanya, daripada proses biologi hingga kemajuan teknologi.



Tenaga memainkan peranan penting dalam merapatkan jurang pembangunan di Sabah. Ia penting untuk memenuhi keperluan pusat bandar seperti Kota Kinabalu dan menangani cabaran unik yang dihadapi oleh kawasan luar bandar di mana akses kepada elektrik yang boleh dipercayai masih terhad. Campuran penjanaan kuasa di Sabah **sangat bergantung kepada gas asli (86%)** manakala tenaga boleh diperbaharui hanya merangkumi 7.3% daripada jumlah campuran penjanaan kuasa.

2.2 | Forms of Energy Bentuk Tenaga

Energy exists in multiple forms, including:
Tenaga wujud dalam pelbagai bentuk, termasuk:

Created when temperature goes up, causing atoms and molecules to move faster and bump into each other.



Thermal Energy
Tenaga Terma

Dicipta apabila suhu meningkat, menyebabkan atom dan molekul bergerak lebih pantas dan bertembung antara satu sama lain.

Electrical energy is made by the movement of tiny electric charges called electrons. The faster these charges move, the more electrical energy they have.



Electrical Energy
Tenaga Elektrik

Tenaga elektrik dihasilkan oleh pergerakan cas elektrik kecil yang dipanggil elektron. Lebih cepat cas ini bergerak, lebih banyak tenaga elektrik yang mereka miliki.

The energy stored in the bonds between atoms and can be released when those bonds are broken.



Chemical Energy
Tenaga Kimia

Tenaga yang disimpan dalam ikatan antara atom dan boleh dibebaskan apabila ikatan tersebut dipecahkan.

Energy produced through the movement of an object.



Kinetic Energy
Tenaga Kinetik

Tenaga yang dihasilkan melalui pergerakan objek.

Energy produced by vibrating objects.



Sound Energy
Tenaga Bunyi

Tenaga yang dihasilkan oleh objek yang bergetar.

Energy that travels as electromagnetic waves



Radiant Energy
Tenaga Radiasi

Tenaga yang bergerak sebagai gelombang elektromagnet

Energy stored in an object that is in a high position and stretched.



Potential Energy
Tenaga Keupayaan

Tenaga yang disimpan dalam objek yang berada dalam kedudukan tinggi dan diregangkan.

Energy an object has because of its height or position.



Gravitational Energy
Tenaga Graviti

Tenaga yang dimiliki oleh objek kerana ketinggian atau kedudukannya.

Energy produced from electricity, solar and chemical energy to illuminate the darkness.



Light Energy
Tenaga Cahaya

Tenaga yang terhasil daripada tenaga elektrik, solar dan kimia untuk menerangi kegelapan.



2.3 | Sources of Energy Sumber Tenaga

The demand for energy continues to rise globally, driven by population growth, urbanization, and industrial development. To meet this demand, it is essential to understand the sources of energy and how they are important in supporting human activities. Sources of energy are classified based on their origin and renewability, falling into two primary groups: **renewable energy** and **non-renewable energy**.

Permintaan terhadap tenaga terus meningkat secara global, yang didorong oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan pembangunan industri. Untuk memenuhi permintaan ini, adalah penting untuk memahami sumber tenaga dan kepentingannya dalam menyokong aktiviti manusia. Sumber tenaga secara amnya dikategorikan berdasarkan kepada sumber tenaga dihasilkan dan kebolehperbaharuannya yang terbahagi kepada dua kumpulan utama iaitu: **tenaga boleh diperbaharui** dan **tenaga tidak diperbaharui**.

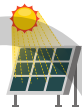
Renewable Energy / Tenaga Boleh Diperbaharui

Renewable energy is obtained from natural resources that are available abundantly and can be easily replenished.

Tenaga boleh diperbaharui diperoleh daripada sumber semula jadi yang tersedia dengan banyak dan boleh diperbaharui dengan mudah.



Wind
Angin



Solar
Solar



Geothermal
Geoterma



Biomass
Biojisim



Water
Air

Non-Renewable Energy / Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui

Non-renewable energy is obtained from sources that are finite and cannot be replenished on a human timescale.

Tenaga tidak boleh diperbaharui diperoleh daripada sumber yang terhad dan tidak boleh diperbaharui dalam skala masa manusia.



Oil/Petroleum
Minyak/Petroleum



Coal
Arang Batu



Natural Gas
Gas Asli

2.3.1 | Renewable Energy *Tenaga Boleh Diperbaharui*

Renewable energy refers to energy generated from natural resources or processes that are replenished continuously and sustainably over time. As it is naturally replenished, this makes them an environmentally friendly and sustainable option for meeting global energy needs.

Tenaga boleh diperbaharui merujuk kepada tenaga yang dihasilkan daripada sumber semula jadi atau proses yang sentiasa diperbaharui dan mampan dari masa ke masa. Oleh kerana ia diperbaharui secara semula jadi, ini menjadikannya pilihan yang mesra alam dan mampan untuk memenuhi keperluan tenaga global.

2.3.1.1 | Types of Renewable Energy *Jenis-Jenis Tenaga Boleh Diperbaharui*

The types of renewable energy are:

A. Solar Energy

Solar energy, derived from the sun, is one of the cleanest and most abundant sources of energy available globally. In Sabah, solar energy presents a significant opportunity to address energy challenges, particularly in rural areas where access to electricity remains limited.

Photovoltaic (PV) panels are used to harness solar energy, **converting sunlight into electricity** through a process involving semiconductor materials. These panels are capable of functioning even in cloudy weather conditions, ensuring a reliable energy supply. Their design is environmentally friendly, operating without moving parts, producing less emissions, and requiring minimal maintenance.



Jenis-jenis tenaga boleh diperbaharui adalah:

A. Tenaga Solar

Tenaga solar, yang diperoleh daripada matahari, adalah salah satu sumber tenaga yang paling bersih dan paling banyak terdapat di seluruh dunia. Di Sabah, tenaga solar memberikan peluang besar untuk menangani cabaran tenaga, terutamanya di kawasan luar bandar yang akses kepada elektrik masih terhad.

*Panel fotovoltai (PV) digunakan untuk memanfaatkan tenaga solar, **menukar cahaya matahari kepada elektrik** melalui proses yang melibatkan bahan semikonduktor. Panel ini mampu berfungsi walaupun dalam keadaan cuaca mendung, memastikan bekalan tenaga yang boleh dipercayai. Reka bentuk mereka adalah mesra alam, beroperasi tanpa bahagian yang bergerak, menghasilkan kurang pelepasan, dan memerlukan penyelenggaraan yang minimum.*

How Photovoltaic Works? / Bagaimana Fotovoltaik Berfungsi?

1

The photovoltaic solar panels convert sunlight into direct current (DC) power.

Panel solar fotovoltaik menukar cahaya matahari kepada kuasa arus terus (DC).

2

The inverter converts the DC power to alternating current (AC) power which will be used by the electrical appliances.

Inverter menukarkan kuasa DC kepada kuasa arus ulang alik (AC) yang akan digunakan oleh peralatan elektrik.

3

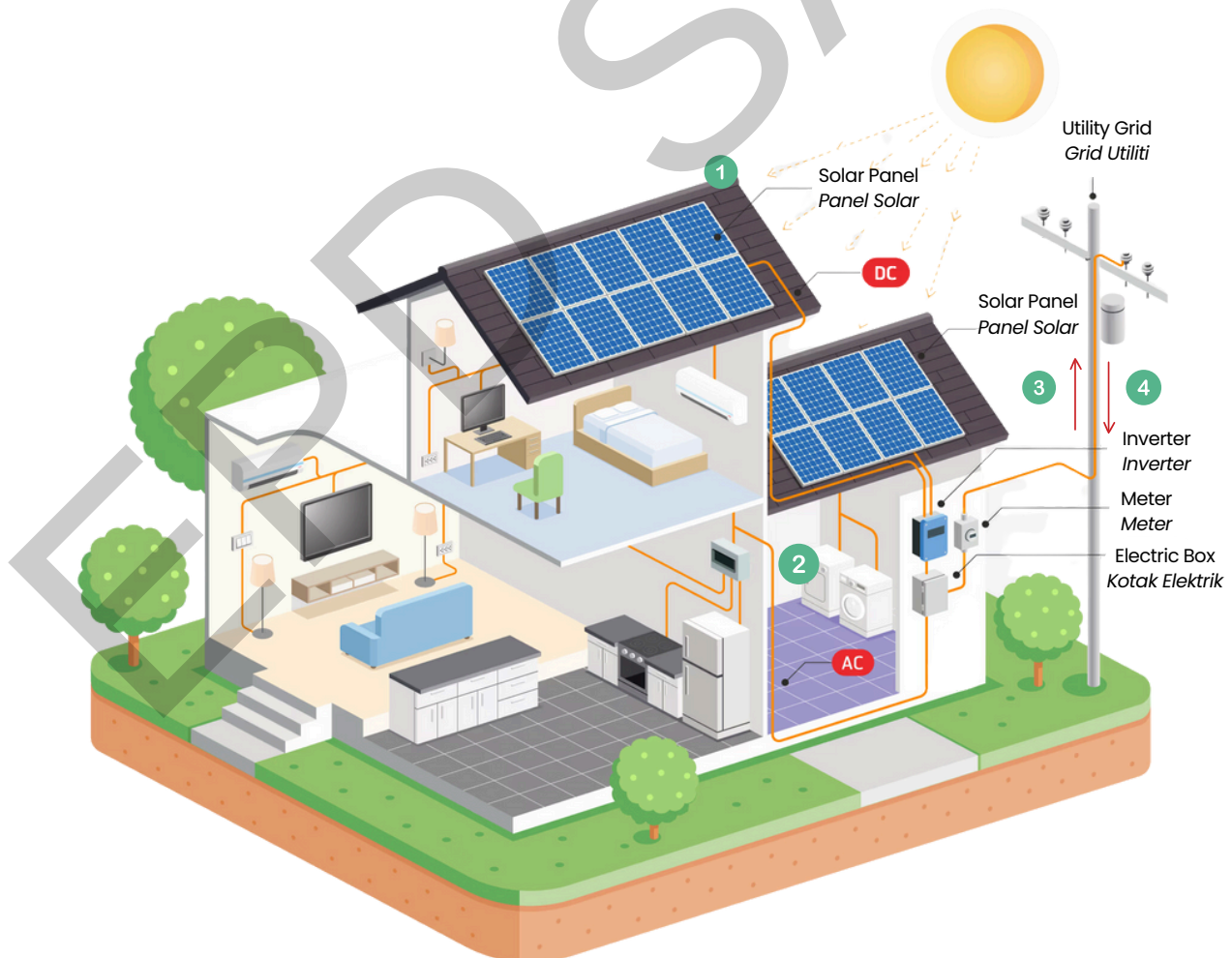
Excess of electricity flows into the utility grid.

Lebihan elektrik mengalir ke grid utiliti.

4

Electricity is drawn from the utility grid when supply from solar panels is not sufficient.

Elektrik diambil dari grid utiliti apabila bekalan daripada panel solar tidak mencukupi.





B. Biomass and Biogas Energy

Sabah possesses a significant abundance of waste by-products that could be harnessed for electricity generation, largely due to its extensive agricultural activities and steady population growth.

B. Tenaga Biojisim dan Biogas

Sabah mempunyai banyak hasil sisa sampingan yang boleh dimanfaatkan untuk penjanaan elektrik, sebahagian besarnya disebabkan oleh aktiviti pertanian yang meluas dan pertumbuhan penduduk yang stabil.



Source / Sumber: Sabah Energy Roadmap and Master Plan 2040

The state's bioenergy potential is estimated at approximately 740 MW, with biomass accounting for the largest share at around 561 MW, complemented by an additional 158 MW from biogas resources [1].

Potensi bioenergi negeri ini dianggarkan sekitar 740 MW, dengan biojisim menyumbang bahagian terbesar iaitu sekitar 561 MW, ditambah dengan 158 MW lagi daripada sumber biogas [1].

Biomass and biogas energy plays a significant role in advancing the Sabah's renewable energy initiatives.

Tenaga biojisim dan biogas memainkan peranan penting dalam memajukan inisiatif tenaga boleh diperbaharui di Sabah.

Biomass encompasses organic materials such as agricultural residues, animal waste, and biodegradable municipal waste, which can be converted into sustainable energy through processes like combustion, anaerobic digestion, or gasification.

Biojisim merangkumi bahan organik seperti sisa pertanian, sisa haiwan, dan sisa perbandaran yang boleh terurai, yang boleh ditukar menjadi tenaga mampan melalui proses seperti pembakaran, pencernaan anaerobik, atau penggasan.

Biogas energy is a mixture of gases produced by the anaerobic breakdown of organic matter. These gases are highly flammable and can be used to generate electricity through combustion, a method widely employed in the agricultural sector.

Tenaga biogas adalah campuran gas yang dihasilkan melalui penguraian bahan organik secara anaerobik. Gas-gas ini sangat mudah terbakar dan boleh digunakan untuk menjana elektrik melalui pembakaran, kaedah yang banyak digunakan dalam sektor pertanian.



A biogas power plant at Kapilit Palm Oil Mill in Tawau, Sabah, uses a lagoon-based digester to process POME, generating 1.2 MW of electricity for the mill and estate housing. Sebuah loji janakuasa biogas di Kilang Minyak Sawit Kapilit di Tawau, Sabah, menggunakan pencernaan berasaskan lagun untuk memproses POME, menghasilkan 1.2 MW elektrik untuk kilang dan perumahan ladang.

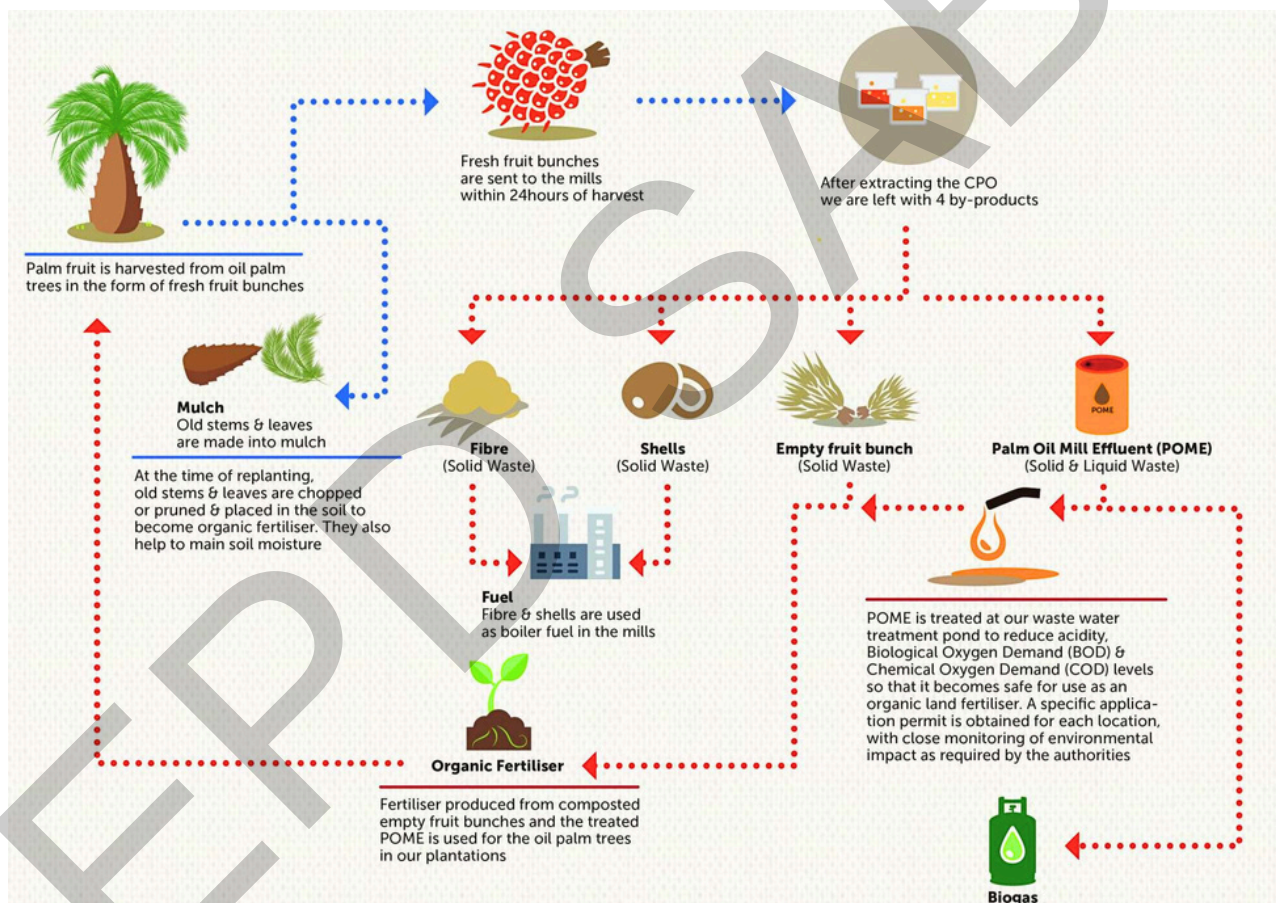
| Invest Energy

Biogas is generated when organic materials are digested by microbes in a digestion tank, with its primary constituents being methane, carbon dioxide, and hydrogen sulphide. This gas can be utilised as vehicle fuel or as a substitute for natural gas in the electricity generation process.

In Sabah, biogas is increasingly being utilized in the agriculture sector, particularly through the conversion of organic waste from palm oil mills into renewable energy.

Biogas dihasilkan apabila bahan organik dicerna oleh mikroorganisma dalam tangki pencernaan, dengan komponen utamanya ialah metana, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida. Gas ini boleh digunakan sebagai bahan api kenderaan atau pengganti gas asli dalam proses penjanaan elektrik.

Di Sabah, biogas semakin banyak digunakan dalam sektor pertanian, terutamanya melalui penukaran sisa organik daripada kilang kelapa sawit kepada tenaga boleh diperbaharui.



Source/Sumber: Gar. (2024, August 22). How it works: Zero waste in palm oil production. Golden Agri-Resources. <https://www.goldenagri.com.sg/how-it-works-zero-waste-in-palm-oil-production/>

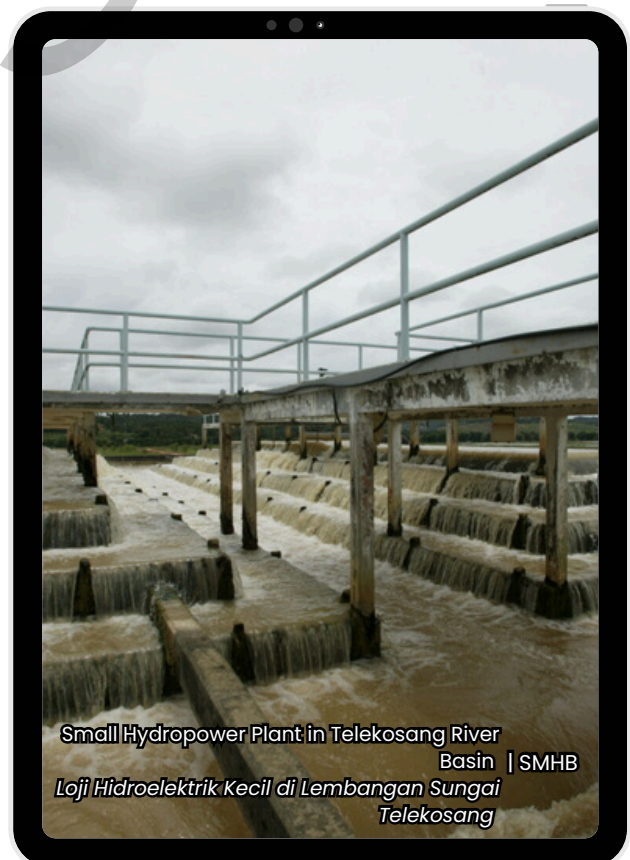
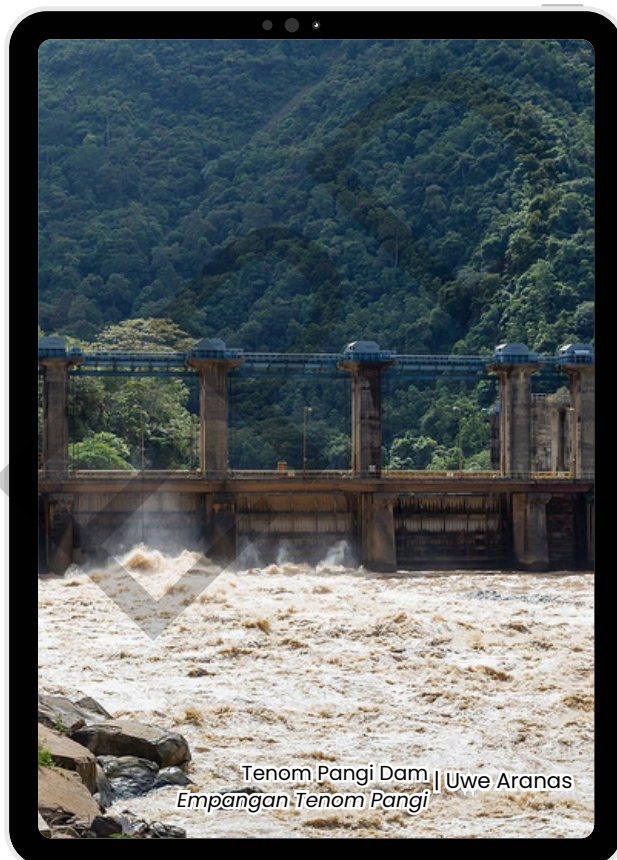
C. Hydro Energy

Hydropower, or hydroelectric power, is a renewable source of energy that generates power by using a dam or diversion structure to alter the natural flow of a river or other body of water. Hydropower relies on the endless, constantly recharging system of the water cycle to produce electricity. There are many types of hydropower facilities, though they are all powered by the kinetic energy of flowing water as it moves downstream. Hydropower utilizes turbines and generators to convert that kinetic energy into electricity, which is then fed into the electrical grid to power homes, businesses, and industries.

C. Tenaga Hidro

Tenaga hidro, atau kuasa hidroelektrik, ialah sumber tenaga boleh diperbaharui yang menjana kuasa tenaga dengan menggunakan empangan atau struktur lencongan untuk mengubah aliran semula jadi sungai atau badan air lain. Kuasa hidro bergantung pada sistem kitaran air yang sentiasa mengecas tanpa henti untuk menghasilkan elektrik. Terdapat banyak jenis kemudahan kuasa hidro, walaupun semuanya dikuasakan oleh tenaga kinetik air yang mengalir semasa ia bergerak ke hilir. Kuasa hidro menggunakan turbin dan penjana untuk menukar tenaga kinetik itu kepada elektrik, yang kemudiannya disalurkan ke dalam grid elektrik untuk menjana kuasa rumah, perniagaan dan industri.

Examples of Hydropower in Sabah / Contoh Tenaga Hidro di Sabah:



How Hydropower Works? / Bagaimana Hidroelektrik Berfungsi?

Large reservoirs or natural bodies of water are strategically located at higher elevations to store water.

Kawasan takungan air besar atau badan air semula jadi terletak secara strategik di kawasan yang lebih tinggi untuk menyimpan air.

Dams or barrages are constructed to control the flow of water from the reservoir. The controlled release of water ensures a consistent and controlled power generation process.

Empangan atau bendungan dibina untuk mengawal aliran air dari kawasan takungan air (reservoir). Pelepasan air yang terkawal memastikan proses penjanaan kuasa yang konsisten dan teratur.

As water is released, it flows through turbines, causing them to rotate. The kinetic energy of the flowing water is converted into mechanical energy.

Apabila air dilepaskan, ia mengalir melalui turbin, menyebabkan turbin berputar. Tenaga kinetik air yang mengalir ditukar menjadi tenaga mekanikal.

The spinning turbines are connected to generators that convert the mechanical energy into electricity.

Turbin yang berputar disambungkan kepada penjana yang menukarkan tenaga mekanikal kepada elektrik.

The generated electricity is then transmitted through a power grid to homes, industries, and businesses.

Elektrik yang dijana kemudian dihantar melalui grid ke rumah, industri, dan perniagaan.



D. Wind Energy

Wind is harnessed to produce electricity by converting the kinetic energy of moving air into electrical power. In modern wind turbines, the wind causes the rotor blades to rotate, transforming kinetic energy into rotational energy. This rotational energy is then transmitted via a shaft to the generator, which produces electrical energy.

D. Tenaga Angin

Angin dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga elektrik dengan menukar tenaga kinetik udara yang bergerak kepada kuasa elektrik. Dalam turbin angin moden, angin menyebabkan bilah pemutar berputar, mengubah tenaga kinetik menjadi tenaga putaran. Tenaga putaran ini kemudiannya dihantar melalui aci ke penjana, yang menghasilkan tenaga elektrik.

Types of Wind Turbine / Jenis Turbin Angin:



Horizontal-Axis Wind Turbines (HAWT)
Turbin Angin Paksi Mendatar (HAWT)



Vertical-Axis Wind Turbines (VAWT)
Turbin Angin Paksi Menegak (VAWT)





Malaysia has lower wind speeds than many other countries, with an average annual speed below 2 m/s. Since most wind turbines need at least 4 m/s to work well, wind energy is not a primary option [7].

Metre per second (m/s) is the unit of measurement of both speed and velocity.

Malaysia mempunyai kelajuan angin yang lebih rendah daripada negara-negara lain, dengan purata kelajuan tahunan di bawah 2 m/s. Memandangkan kebanyakan turbin angin memerlukan sekurang-kurangnya 4 m/s untuk berfungsi dengan baik, tenaga angin bukanlah pilihan yang utama [7].

Meter per saat (m/s) ialah unit ukuran bagi kedua-dua kelajuan dan halaju.

SIRIM successfully implemented wind and solar energy to generate electricity, supplying 25 kW from wind power and 9.8 kW from solar power. The energy produced supports a nearby resort, powers the project site building, and is stored in an advanced battery system for continuous use.

SIRIM berjaya melaksanakan tenaga angin dan solar untuk menjana elektrik, membekalkan 25 kW daripada tenaga angin dan 9.8 kW daripada tenaga solar. Tenaga yang dihasilkan menyokong sebuah resort berdekatan, membekalkan kuasa kepada bangunan tapak projek, dan disimpan dalam sistem bateri canggih untuk penggunaan berterusan.



Implementation of wind energy project at the Tip of Borneo, Simpang Mengayau, Kudat
Pelaksanaan projek tenaga angin di kawasan Tip of Borneo, Simpang Mengayau, Kudat | SIRIM Berhad

Windmill System Operation / Operasi Sistem Kincir Angin:

Wind flows over the turbine blades, causing them to spin and capture the wind's energy.

Angin akan melalui bilah kincir angin yang menyebabkan bilah berputar dan menangkap tenaga angin.

The spinning blades turn a shaft, which then powers a generator. Some turbines use a direct drive system without a gearbox.

Bilah yang berputar menggerakkan "shaft", yang kemudian menggerakkan penjana. Sesetengah kincir angin menggunakan sistem pemacu langsung tanpa kotak gear.

The shaft's movement is converted into electrical energy by the generator.

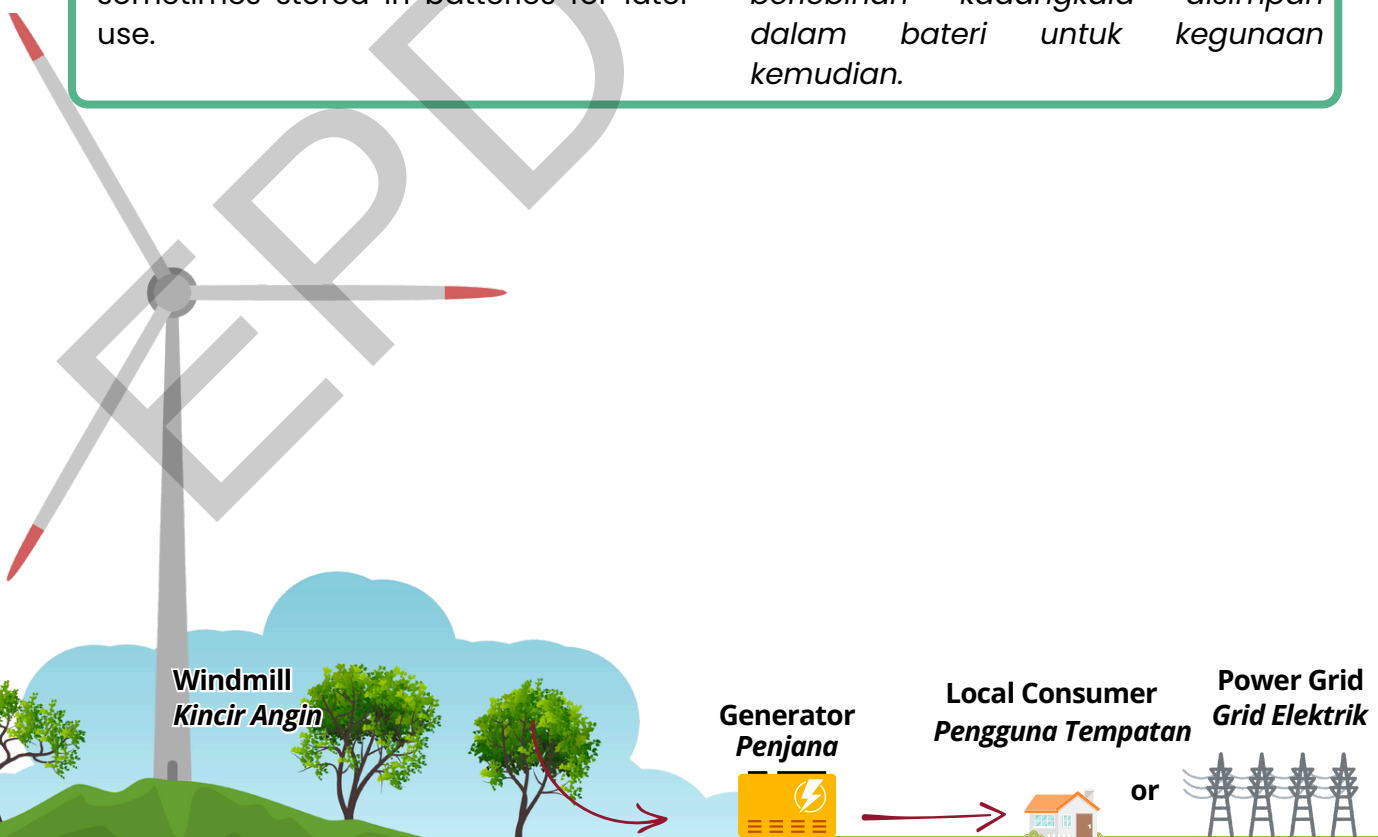
Pergerakan "shaft" ditukarkan menjadi tenaga elektrik oleh penjana.

The generated electricity is adjusted to meet the required voltage and frequency by using power converters.

Elektrik yang dihasilkan akan disesuaikan untuk memenuhi voltan dan kekerapan yang diperlukan dengan menggunakan penukar kuasa.

The electricity is sent to the grid or local consumers, with excess energy sometimes stored in batteries for later use.

Elektrik dihantar ke grid atau pengguna tempatan, dengan tenaga berlebihan kadangkala disimpan dalam bateri untuk kegunaan kemudian.



2.3.2 | Non-Renewable Energy *Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui*

Non-renewable energy refers to energy sources that are finite and gradually deplete over time due to their slow natural formation. This includes fossil fuels like coal, oil, and natural gas, which are formed from organic matter over millions of years through geological processes.

Tenaga tidak boleh diperbaharui merujuk kepada sumber tenaga yang terhad dan berkurang dari masa ke masa disebabkan oleh proses pembentukannya yang perlahan. Ini termasuk bahan api fosil seperti arang batu, minyak, dan gas asli, yang terbentuk daripada bahan organik melalui proses geologi selama berjuta-juta tahun.

2.3.2.1 | Types of Non-Renewable Energy *Jenis-Jenis Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui*

A. Natural Gas and Petroleum

Natural gas is a fossil fuel primarily composed of methane. It is formed from organic material buried beneath the earth and ocean floor over millions of years. This gas is used as fuel for electricity generation, heating, and also as a raw material in industries.

Petroleum is a mixture of hydrocarbons formed from decomposed organic material trapped beneath layers of the earth. This crude oil is processed to produce fuels such as gasoline, diesel, and other chemicals used in various industries.

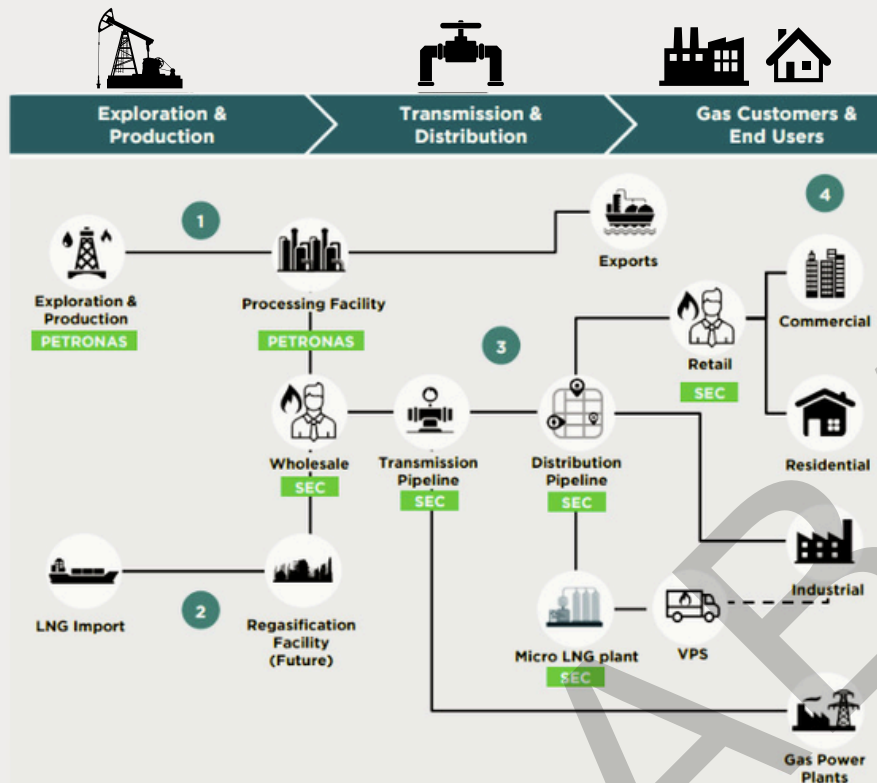
A. Gas Asli dan Petroleum

Gas asli adalah sumber tenaga fosil yang terutamanya terdiri daripada metana. Ia terbentuk daripada bahan organik yang tertanam di bawah tanah dan di bawah laut selama berjuta-juta tahun. Gas ini digunakan sebagai bahan bakar untuk penjanaan elektrik, pemanasan, dan juga dalam industri sebagai bahan mentah.

Petroleum adalah campuran hidrokarbon yang dihasilkan daripada bahan organik yang tereput dan terperangkap di bawah lapisan bumi. Minyak mentah ini diproses untuk menghasilkan bahan bakar seperti petrol, diesel, dan bahan kimia lain yang digunakan dalam pelbagai industri.



Gas Supply Delivery Process / Proses Penghantaran Bekalan Gas:



Source/ Sumber: Sabah Energy Roadmap and Masterplan 2040

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | Exploration and production are the segment of the gas industry that involves finding gas reserves, extracting gas resources and channelling to onshore receiving terminal/processing facilities | Penerokaan dan pengeluaran ialah segmen industri gas yang melibatkan mencari rizab gas, mengekstrak sumber gas dan menyalurkan ke terminal/kemudahan pemprosesan penerimaan darat. |
| 2 | Imported liquified natural gas (LNG) goes through the regasification process to be used as fuel for energy. These processes and infrastructures are not currently available in Sabah. | Gas asli cecair (LNG) yang diimport melalui proses pengegasan semula untuk digunakan sebagai bahan api untuk tenaga. Proses dan infrastruktur ini tidak tersedia di Sabah pada masa ini. |
| 3 | Natural gas transmission and distribution pipeline systems transport and distribute gas to the end users of gas such as power plants, industrial, commercial and residential users. | Sistem saluran paip penghantaran dan pengedaran gas asli mengangkut dan mengagihkan gas kepada pengguna akhir gas seperti loji kuasa, pengguna perindustrian, komersial dan kediaman. |
| 4 | Gas customers and gas end users can be segmented into four main categories which are power, industrial, commercial and virtual pipeline system (VPS) customers as well as residential. | Pelanggan gas dan pengguna akhir gas boleh dibahagikan kepada empat kategori utama iaitu pelanggan kuasa, perindustrian, komersial dan saluran paip maya (VPS) serta kediaman. |

B. Coal

Coal is a solid, black, and highly combustible fossil fuel composed primarily of carbon-based material. Its formation is a prolonged geological process that begins in swampy wetlands where the groundwater level is near or slightly above the topsoil.

B. Arang Batu

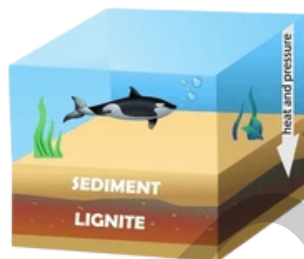
Arang batu ialah bahan api fosil yang pejal, hitam, dan sangat mudah terbakar yang terdiri khusus daripada bahan berasaskan karbon. Pembentukannya adalah proses geologi yang panjang dan bermula di kawasan tanah lembap berpayau di mana paras air bawah tanah berada hampir atau sedikit melebihi permukaan tanah.

Formation of Coal / Formasi Arang Batu:



In wetlands, plant material decomposes, first by aerobic bacteria releasing gases, then by anaerobic bacteria in oxygen-deprived conditions, forming a dense peat layer over thousands of years.

Di kawasan tanah lembap, bahan tumbuhan mengalami pereputan, dimulai dengan pelepasan gas oleh bakteria aerobik, kemudian oleh bakteria anaerobik dalam keadaan kekurangan oksigen, membentuk lapisan gambut yang padat selama ribuan tahun.



When peat is buried even deeper, the weight and pressure squeeze out water, and lignite, a low-quality type of coal, starts to form.

Apabila gambut tertimbus lebih dalam, berat dan tekanan memerah keluar air, dan lignit, sejenis arang batu berkualiti rendah, mula terbentuk.

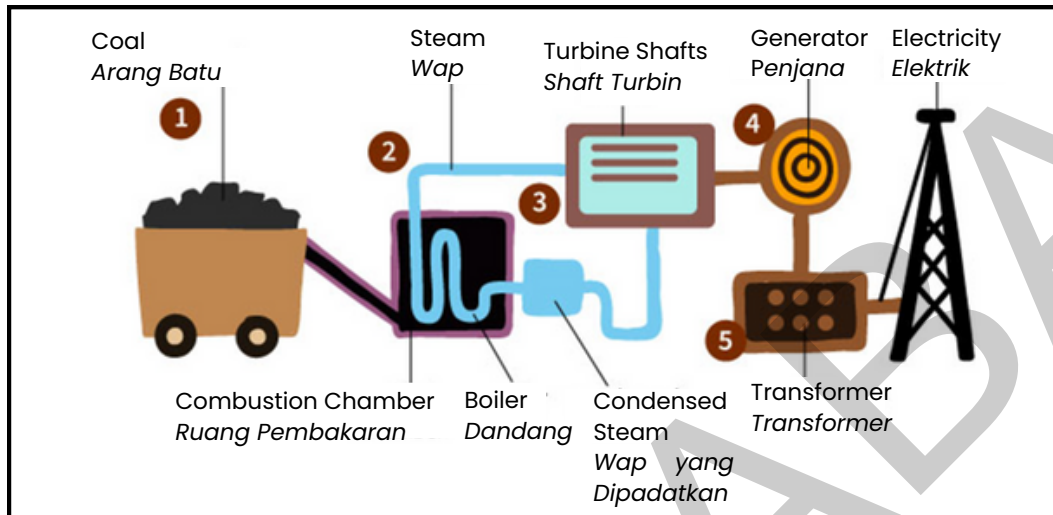


Under increasing pressure and heat, lignite transforms into sub-bituminous coal, bituminous coal, and finally anthracite—the highest quality—becoming denser, drier, and richer in carbon at each stage.

Di bawah tekanan dan haba yang semakin meningkat, lignit berubah menjadi arang batu sub-bituminus, arang batu bituminus, dan akhirnya antrasit—kualiti tertinggi—menjadi lebih padat, kering, dan lebih kaya dengan karbon pada setiap peringkat.

Coal is used to generate energy primarily through combustion in power plants, which convert its stored chemical energy into electricity. Here's how the process typically works:

Arang batu digunakan untuk menghasilkan tenaga terutamanya melalui pembakaran di loji janakuasa, yang menukarkan tenaga kimianya yang tersimpan menjadi elektrik. Berikut adalah cara proses ini biasanya berfungsi:



Source/Sumber: Eschooltoday (2024)

- 1 Coal is extracted from the ground through surface or underground mining and then processed to remove impurities such as rocks, ash, and sulfur.

Arang batu diekstrak dari tanah melalui perlombongan permukaan atau bawah tanah dan kemudian diproses untuk menghilangkan kekotoran seperti batu, abu, dan sulfur.

- 2 The prepared coal is transported to power plants, where it is burned in a boiler. The heat from combustion turns water into high-pressure steam.

Arang batu yang telah disediakan dihantar ke loji janakuasa, di mana ia dibakar dalam dandang. Haba daripada pembakaran menukarkan air kepada wap bertekanan tinggi.

- 3 The steam flows through turbines, causing them to spin. This mechanical energy is transferred to a generator.

Wap mengalir melalui turbin, menyebabkan ia berputar. Tenaga mekanikal ini dipindahkan ke penjana.

- 4 Inside the generator, the spinning turbine drives a rotor, which produces electricity through electromagnetic induction.

Di dalam penjana, turbin yang berputar menggerakkan rotor/pemutar, yang menghasilkan elektrik melalui induksi elektromagnet.

- 5 After passing through the turbines, the steam is condensed back into water in a cooling system and reused in the boiler.

Setelah melalui turbin, wap tersebut dipadatkan semula menjadi air dalam sistem penyejukan dan digunakan semula dalam dandang.

2.4 Importance of Energy Savings *Kepentingan Penjimatan Tenaga*

Conserving energy is crucial in today's world. Our energy demands increase as our population expands and technology progresses. However, our resources are finite, and energy production has significant environmental impacts. By saving energy, we can protect our environment, reduce costs, and ensure a sustainable future for generations to come.

Menjimatkan tenaga adalah sangat penting dalam dunia hari ini. Permintaan tenaga kita meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan kemajuan teknologi. Namun, sumber daya kita adalah terhad, dan pengeluaran tenaga mempunyai kesan alam sekitar yang ketara. Dengan menjimatkan tenaga, kita dapat melindungi alam sekitar, mengurangkan kos, dan memastikan masa depan yang lestari untuk generasi akan datang.

2.4.1 | Why Do We Need To Save Energy? *Mengapakah Kita Perlu Menjimatkan Tenaga?*

- **Conserving Natural Resources**

Many energy sources, such as fossil fuels, are limited. By conserving energy, we reduce pressure on non-renewable resources to ensure they last longer for future generations and providing more time to transition to renewable energy sources.

- **Menjaga Sumber Alam**

Kebanyakan sumber tenaga, seperti bahan api fosil, adalah terhad. Dengan menjimatkan tenaga, kita dapat mengurangkan tekanan ke atas sumber-sumber yang tidak boleh diperbaharui untuk, memastikan ia tahan lebih lama untuk generasi akan datang dan memberi lebih banyak masa untuk beralih ke sumber tenaga boleh diperbaharui.



- **Save Cost**

Using less energy means lower utility bills. Whether at home, in industry, or business, energy savings can lead to significant cost reductions. Efficient energy use helps decrease overall consumption, which in turn reduces demand and costs for consumers.



- **Improves Climate Resilience**

By saving energy and becoming more energy-efficient, societies can become more resilient to climate change by reducing the strain on energy infrastructures, improving sustainability, and reducing the environmental footprint of their energy consumption.



- **Improves Air Quality**

The combustion of fossil fuels for energy generation, transportation, and industrial production emits harmful gases and pollutants into the environment, resulting in smog and degraded air quality. By utilizing energy efficiently, we can minimize the release of these harmful pollutants, thereby enhancing air quality.

- **Mengurangkan Kos**

Menggunakan tenaga dengan lebih sedikit bermakna bil utiliti yang lebih rendah. Sama ada di rumah, industri, atau perniagaan, penjimatan tenaga boleh menghasilkan penjimatan yang ketara. Penggunaan tenaga yang cekap membantu mengurangkan jumlah penggunaan tenaga, yang akhirnya mengurangkan permintaan dan kos bagi pengguna.



- **Meningkatkan Ketahanan Iklim**

Dengan menjimatkan tenaga dan meningkatkan kecekapan, masyarakat dapat meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim dengan mengurangkan tekanan ke atas infrastruktur tenaga, mempromosikan kelestarian, dan mengurangkan impak persekitaran daripada penggunaan tenaga.



- **Meningkatkan Kualiti Udara**

Pembakaran bahan api fosil untuk penjanaan tenaga, pengangkutan, dan pengeluaran industri mengeluarkan gas dan bahan pencemar berbahaya ke dalam alam sekitar, mengakibatkan jerebu dan kualiti udara yang merosot. Dengan menggunakan tenaga secara cekap, kita dapat mengurangkan pelepasan bahan pencemar berbahaya ini, seterusnya dapat meningkatkan kualiti udara.

2.4.2 | Impacts of Over Consumption of Energy

Kesan Penggunaan Tenaga Berlebihan

- **Increased Energy Costs**

Overconsumption puts additional demand on energy resources, leading to higher prices for both consumers and industries.

- **Depletion of Natural Resources**

Excessive energy consumption accelerates the depletion of non-renewable resources such as coal, oil, and natural gas. This not only threatens the availability of these resources for future generations but also leads to environmental damage from extraction processes if it is not control.

- **Strain On Infrastructure**

Excessive energy demand can overload power grids, resulting in blackouts or failures in energy supply systems. Additionally, older energy infrastructures are strained by overuse, leading to increased maintenance and repair costs.

- **Peningkatan Kos Tenaga**

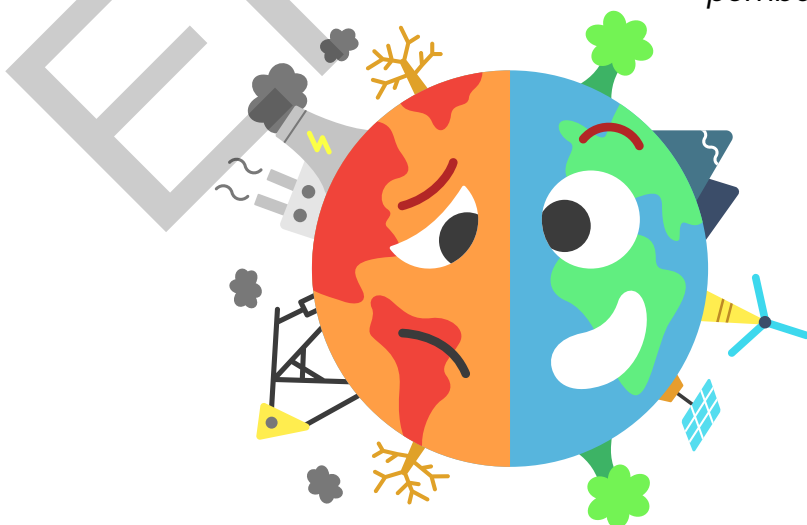
Penggunaan yang berlebihan memberi tekanan tambahan ke atas sumber tenaga, menyebabkan harga yang lebih tinggi untuk pengguna dan industri.

- **Pengurangan Sumber Alam**

Penggunaan tenaga yang berlebihan mempercepat pengurangan sumber tidak boleh diperbaharui seperti arang batu, minyak, dan gas asli. Ini bukan sahaja mengancam ketersediaan sumber-sumber ini untuk generasi akan datang, tetapi juga menyebabkan kerosakan alam sekitar akibat proses pengambilan sumber tersebut jika tidak dikawal.

- **Tekanan Terhadap Infrastruktur**

Permintaan tenaga yang berlebihan boleh membebankan grid kuasa, mengakibatkan gangguan bekalan elektrik atau kegagalan dalam sistem bekalan tenaga. Selain itu, infrastruktur tenaga yang lebih tua akan tertekan akibat daripada penggunaan berlebihan yang menyebabkan peningkatan kos penyelenggaraan dan pembaikan.



2.4.3 | Common Energy-Related Issues in Sabah *Isu-Isu Umum Berkaitan Tenaga di Sabah*

• Lack of Energy Accessibility

Many rural and remote areas in Sabah have limited access to reliable electricity. While urban centers like Kota Kinabalu have a more consistent power supply, rural communities often rely on alternative sources such as diesel generators. A field study by the Sabah RE2 team found that 89% of un-electrified villages depend on at least one generator, which provides limited power for major appliances [2]. In response, the Sabah state government, in collaboration with various stakeholders, is working to expand the grid and implement off-grid renewable energy solutions, such as micro-hydro and solar to improve energy access in these regions.

• Kekurangan Akses Tenaga

Banyak kawasan luar bandar dan terpencil di Sabah mempunyai akses terhad kepada elektrik yang boleh dipercayai. Walaupun pusat bandar seperti Kota Kinabalu mempunyai bekalan elektrik yang lebih konsisten, komuniti luar bandar sering bergantung kepada sumber alternatif seperti generator diesel. Kajian lapangan oleh pasukan Sabah RE2 mendapati bahawa 89% daripada kampung yang belum diterangi bergantung kepada sekurang-kurangnya satu generator, yang menyediakan kuasa terhad untuk peralatan utama [2]. Bagi menangani ini, kerajaan negeri Sabah, dengan kerjasama pelbagai pihak berkepentingan, sedang berusaha untuk memperluaskan grid dan melaksanakan penyelesaian tenaga boleh diperbaharui luar grid, seperti mikro-hidro dan tenaga solar untuk meningkatkan akses tenaga di kawasan-kawasan ini.



Potential mini-grid renewable energy systems for unelectrified villages.
Sistem grid mini tenaga boleh diperbaharui yang berpotensi untuk kampung yang tidak mempunyai bekalan elektrik.

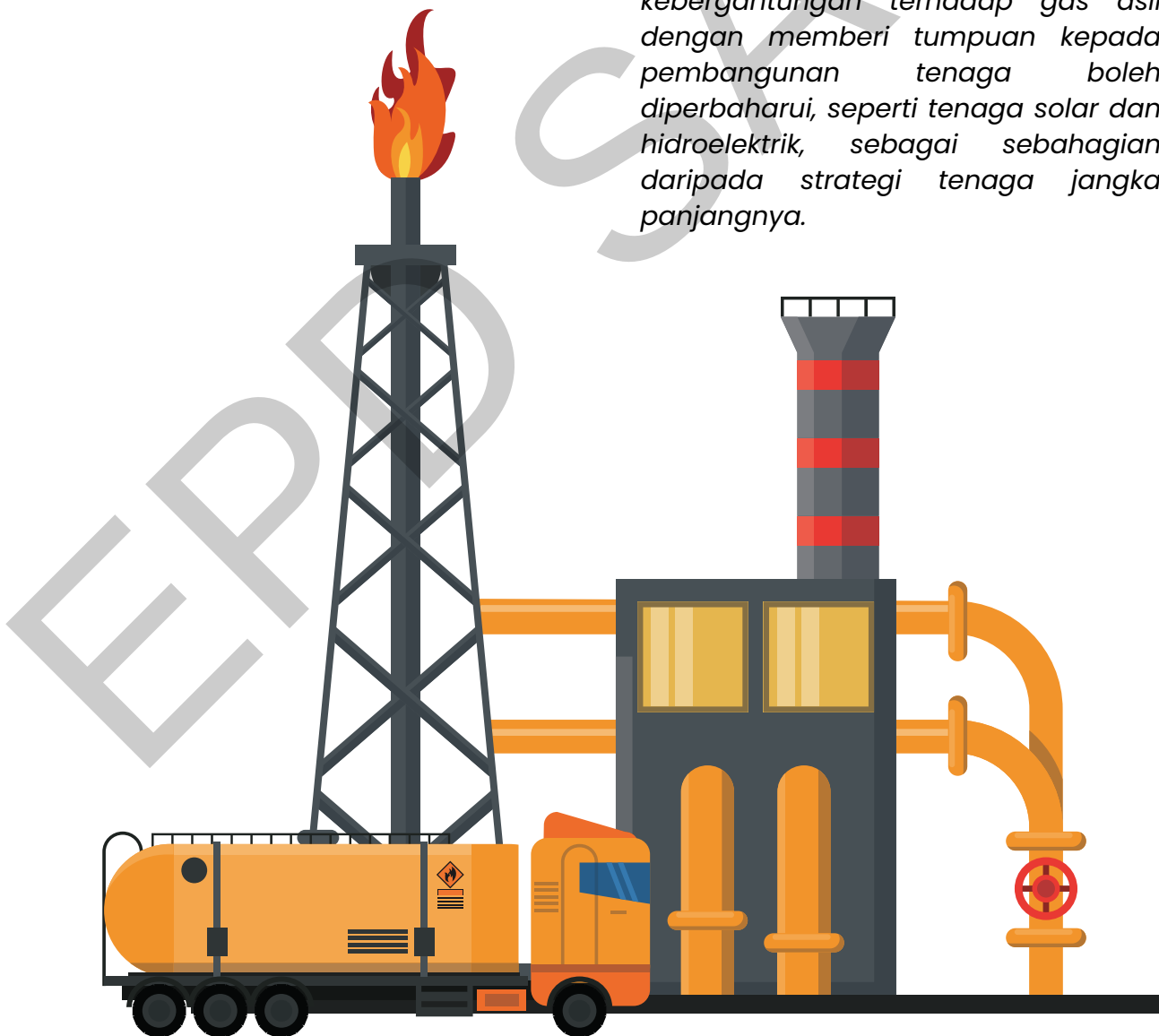
| SabahRE2Roadmap

- **Heavy Reliance on Natural Gas**

Sabah's energy supply is heavily dependent on natural gas, which constitutes a large portion of the state's energy generation mix. This dependency poses several risks, including the volatility of global natural gas prices, environmental concerns, and the sustainability of relying on a finite resource. Additionally, this reliance on natural gas contributes to increase of greenhouse gas emissions. To address these challenges, Sabah is actively working to diversify its energy mix and reduce its dependence on natural gas by focusing on renewable energy development, such as solar and hydroelectric power, as part of its long-term energy strategy.

- **Kebergantungan Berat kepada Gas Asli**

Bekalan tenaga Sabah sangat bergantung kepada gas asli, yang membentuk sebahagian besar daripada campuran penghasilan tenaga negeri ini. Kebergantungan ini menimbulkan beberapa risiko, termasuk ketidakpastian harga gas asli global, kebimbangan alam sekitar, dan kemampanan bergantung kepada sumber yang terhad. Selain itu, kebergantungan terhadap gas asli turut menyumbang kepada peningkatan pelepasan gas rumah kaca. Untuk menangani cabaran ini, Sabah sedang berusaha dengan aktif untuk mempelbagaikan campuran tenaganya dan mengurangkan kebergantungan terhadap gas asli dengan memberi tumpuan kepada pembangunan tenaga boleh diperbaharui, seperti tenaga solar dan hidroelektrik, sebagai sebahagian daripada strategi tenaga jangka panjangnya.



2.5

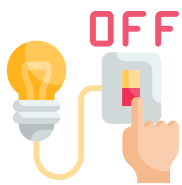
Actions Community Can Take To Conserve Energy *Tindakan yang Boleh Diambil oleh Komuniti untuk Menjimatkan Tenaga*

2.5.1

How Can We Save Energy? *Bagaimana Kita Boleh Menjimatkan Tenaga?*

Some simple actions that communities can take to save energy in support of environmental sustainability include:

Antara tindakan mudah yang boleh diambil oleh komuniti untuk menjimatkan tenaga dalam menyokong kelestarian alam sekitar adalah:



Turn Off Unnecessary Lights and Devices

Matikan Lampu dan Peralatan yang Tidak Diperlukan

Switch off lights, fans, and appliances when not in use or when leaving a room.

Tutup lampu, kipas, dan peralatan apabila tidak digunakan atau apabila meninggalkan bilik.

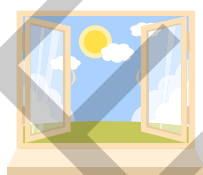


Use Energy-Efficient Appliances

Gunakan Peralatan Cepak Tenaga

Choose devices with energy-saving certifications, like Energy Star, for better efficiency and lower power consumption.

Pilih peralatan dengan pensijilan penjimatan tenaga seperti Energy Star untuk kecekapan yang lebih baik dan penggunaan tenaga yang lebih rendah.



Maximize Natural Light and Ventilation

Maksimumkan Cahaya dan Pengudaraan Semula Jadi

Open windows and use natural light to reduce reliance on artificial lighting and cooling systems.

Buka tingkap dan gunakan cahaya semula jadi untuk mengurangkan kebergantungan pada lampu dan sistem penyejukan buatan.

Unplug Idle Electronics

Unplug chargers, TVs, and other devices when not in use, as they can still draw power when on standby.

Cabut Plug Peranti yang Tidak Digunakan

Cabut pengecas, TV, dan peranti lain apabila tidak digunakan, kerana ia masih boleh menggunakan tenaga dalam mod siap sedia.



Adopt Renewable Energy Solutions

Install solar panels or use community renewable energy programs to reduce dependence on fossil fuels.

Gunakan Penyelesaian Tenaga Boleh Diperbaharui

Pasang panel solar atau sertai program tenaga boleh diperbaharui komuniti untuk mengurangkan kebergantungan kepada bahan api fosil.



Encourage Energy-Saving Habits

Educate family, friends, and colleagues about the importance of conserving energy to make a collective impact.

Galakkan Tabiat Penjimatan Tenaga

Didik ahli keluarga, rakan, dan rakan sekerja tentang kepentingan menjimatkan tenaga untuk memberi kesan kolektif.

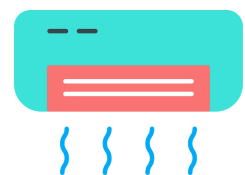


Optimize Air Conditioner Use

- Set the temperature to 24°C for comfort and savings.
- Keep windows and doors closed when the air conditioner is on.
- Use a timer to avoid overuse.

Optimumkan Penggunaan Penghawa Dingin

- Tetapkan suhu kepada 24°C untuk keselesaan dan penjimatan.
- Pastikan tingkap dan pintu ditutup semasa penghawa dingin digunakan.
- Gunakan pemasa untuk mengelakkan penggunaan berlebihan.



2.5.2 | Energy Efficiency Label Label Kecekapan Tenaga

Introduced in 2006 by the Energy Commission of Malaysia, energy efficiency labels provide a star rating system, ranging from 1-star (least efficient) to 5-star (most efficient), to help consumers identify appliances with lower energy consumption.

In Sabah, this labeling system is fully implemented, with the Energy Commission of Sabah (ECoS) collaborating with the national commission to ensure compliance and raise awareness. These labels enable consumers to make informed choices, promoting energy efficiency and cost savings.

Diperkenalkan pada tahun 2006 oleh Suruhanjaya Tenaga Malaysia, label kecekapan tenaga menyediakan sistem penarafan bintang, dari 1 bintang (paling tidak cekap) hingga 5 bintang (paling cekap), untuk membantu pengguna mengenal pasti peralatan yang menggunakan tenaga lebih rendah.

Di Sabah, sistem pelabelan ini dilaksanakan sepenuhnya dengan kerjasama antara Suruhanjaya Tenaga Sabah (ECoS) dan Suruhanjaya Tenaga kebangsaan bagi memastikan pematuhan dan meningkatkan kesedaran. Label ini membolehkan pengguna membuat pilihan yang lebih bijak, sekali gus mempromosikan kecekapan tenaga dan penjimatan kos.



Source / Sumber: TNB Careline

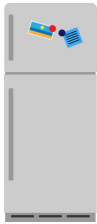
Electrical Appliances with Energy Star Ratings / Peralatan Elektrik dengan Penarafan Bintang Tenaga:



Air Conditioners
Penyejuk Udara

Rated based on their cooling capacity and energy consumption.

Dinilai berdasarkan kapasiti penyejukan dan penggunaan tenaga.



Refrigerators
Peti Sejuk

Rated according to their ability to maintain cooling efficiency while consuming less power.

Dinilai berdasarkan kecekapan mengekalkan suhu sejuk sambil menggunakan tenaga yang lebih rendah.



Washing Machines
Mesin Basuh

Rated based on energy consumption and water efficiency.

Dinilai berdasarkan penggunaan tenaga dan kecekapan air.



Televisions
Televisyen

Rated according to their power usage, with more efficient models consuming less electricity.

Dinilai berdasarkan penggunaan kuasa, dengan model yang lebih cekap menggunakan elektrik lebih sedikit.



Fans
Kipas

Rated based on their energy consumption for cooling effectiveness.

Dinilai berdasarkan penggunaan tenaga untuk keberkesanan penyejukan.



Water Heaters
Pemanas Air

Rated based on the energy used to heat water effectively.

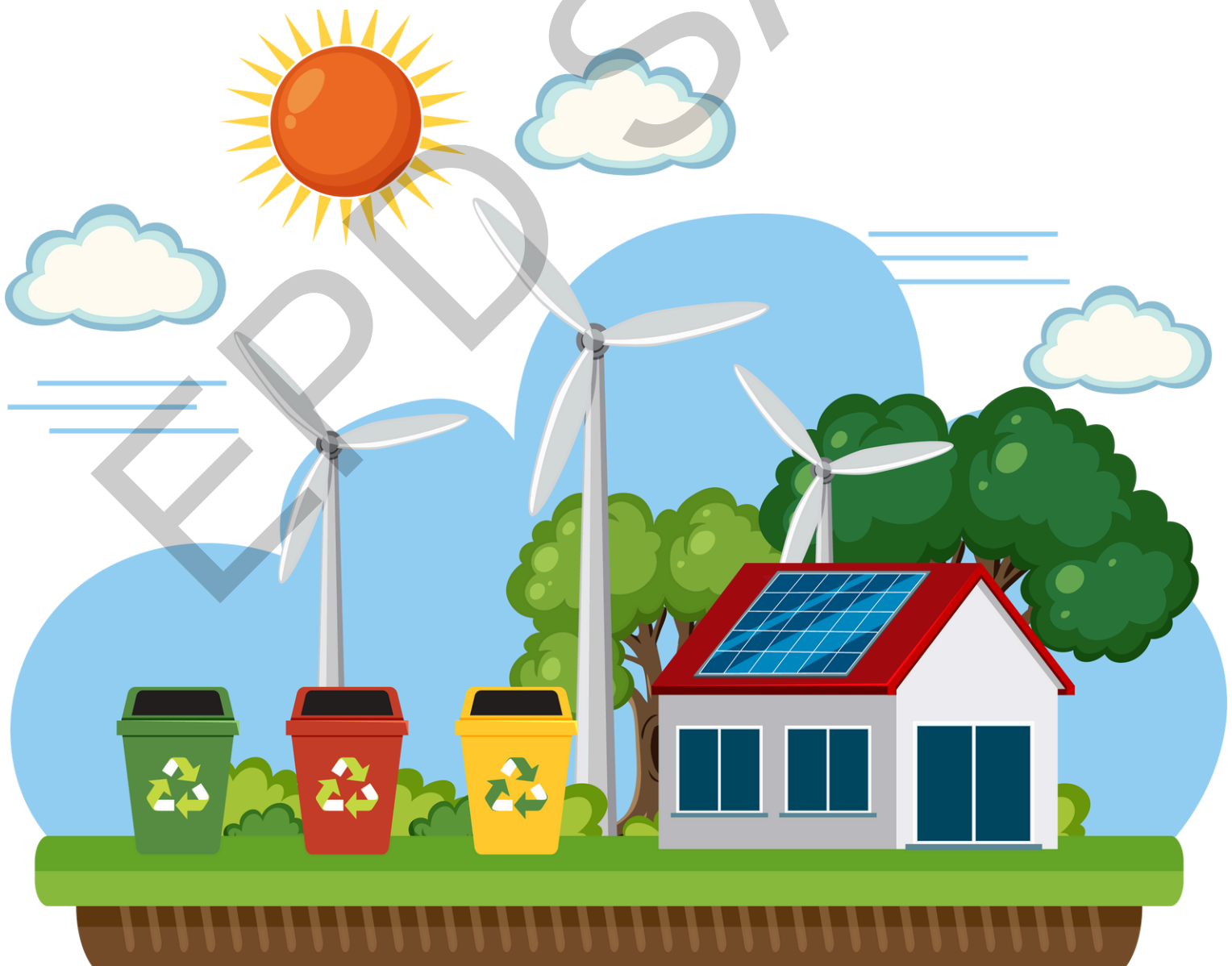
Dinilai berdasarkan penggunaan tenaga untuk memanaskan air dengan berkesan.

Chapter 3

Practical Activities

Bab 3

Aktiviti Praktikal



Chapter 3 | Bab 3

Practical Activities | Aktiviti Praktikal

3.1 | Activities for Primary School Students Aktiviti untuk Pelajar Sekolah Rendah

3.1.1 | Solar Oven Ketuhar Solar

Objective / Objektif:

To demonstrate how solar energy can be harnessed to cook food using a simple solar oven made from a pizza box.

Untuk menunjukkan bagaimana tenaga solar boleh dimanfaatkan untuk memasak makanan menggunakan ketuhar solar yang mudah dibuat daripada kotak piza.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this experiment, students will:

- Learn about solar energy and how it can be used as a renewable energy source.
- Understand the importance of sustainable energy solutions.

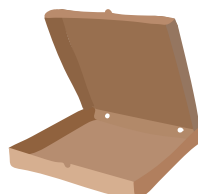
Pada akhir eksperimen ini, pelajar akan:

- Mempelajari tentang tenaga solar dan bagaimana ia boleh digunakan sebagai sumber tenaga boleh diperbaharui.
- Memahami kepentingan penyelesaian tenaga yang mampan.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- Cardboard pizza box
- Scissors
- Aluminum foil
- Clear tape
- Plastic wrap
- Black construction paper
- Newspapers
- Ruler or wooden spoon

- Kotak pizza kadbod
- Gunting
- Aluminium foil
- Pita lutsinar
- Pembalut plastik
- Kertas pembinaan hitam
- Surat Khabar
- Pembaris atau sudu kayu



Steps / Langkah-Langkah:

- 1 Use a sharp scissors to cut a flap in the lid of the pizza box. Cut along three sides, leaving about an inch between the sides of the flap and the edges of the lid. Fold this flap out so that it stands up when the box lid is closed.

Gunakan gunting yang tajam untuk memotong penutup lipat pada penutup kotak pizza. Potong di sepanjang tiga sisi, tinggalkan kira-kira satu inci antara sisi penutup lipat dan tepi penutup. Lipat penutup lipat ini keluar supaya ia berdiri apabila penutup kotak ditutup.



- 2 Cover the inner side of the flap with aluminum foil to reflect sunlight. Wrap the foil tightly around the flap and tape it to the back (outer side) of the flap.

Tutup bahagian dalam sayap dengan aluminium foil untuk memantulkan cahaya matahari. Balut foil dengan ketat di sekitar flap dan lekatkan ke bahagian belakang (bahagian luar) flap menggunakan pita.



- 3 Open the box and tape a double layer of clear plastic wrap over the opening you made when you cut the flap in the lid. Leave about an inch of plastic overlap around the sides and tape each side down securely to seal out air. If using a plastic bag, cut out a square big enough to cover the opening and tape one layer over the opening.

Buka kotak dan lekatkan lapisan dua pembalut plastik lut sinar ke atas bukaan yang dibuat semasa memotong flap pada penutup. Tinggalkan kira-kira satu inci pembalut plastik yang melebihi tepi dan lekatkan setiap sisi dengan kemas untuk menutup udara. Jika menggunakan beg plastik, potong segiempat tepat yang cukup besar untuk menutup bukaan dan lekatkan satu lapisan pembalut ke atas bukaan tersebut.



- 4 Line the bottom of the box with black construction paper. Black absorbs all known wavelengths of light and converts them to thermal energy (heat). The black surface is where your food will be set to cook. The amount of paper needed will depend on the size of the pizza box.

Lapik bahagian bawah kotak dengan kertas pembinaan hitam. Warna hitam menyerap semua panjang gelombang cahaya yang diketahui dan menukarkannya kepada tenaga haba (panas). Permukaan hitam ini adalah tempat makanan anda akan diletakkan untuk dimasak. Jumlah kertas yang diperlukan bergantung pada saiz kotak piza.



- 5 To insulate your oven so it holds in more heat, roll up sheets of newspaper and place them on the bottom of the box. Tape them down so that they form a border around the cooking area. It may be helpful to also tape the rolls closed first. The newspaper rolls should make it so that the lid can still close, but there is a seal inside of the box, so air cannot escape.

Untuk mengasingkan ketuhar anda supaya ia menahan lebih banyak haba, gulung helaian akhbar dan letakkannya di bahagian bawah kotak. Lekatkan mereka supaya membentuk sempadan di sekeliling kawasan memasak. Ia mungkin berguna untuk melekatkan gulungan akhbar terlebih dahulu supaya ia tertutup. Gulungan akhbar ini harus memastikan penutup kotak masih boleh ditutup, tetapi terdapat penutup di dalam kotak, supaya udara tidak dapat keluar.



- 6 The best hours to set up your solar oven are when the Sun is high overhead—from 11 am to 3 pm. Take it outside to a sunny spot and adjust the flap until the most sunlight possible is reflecting off the aluminum foil and onto the plastic-covered window. Use a ruler to prop the flap at the right angle. You may want to angle the entire box by using a rolled-up towel.

Waktu terbaik untuk menyediakan ketuhar solar anda adalah ketika Matahari berada di atas kepala—dari jam 11 pagi hingga 3 petang. Bawa ia keluar ke tempat yang terang dan sesuaikan flap sehingga sebanyak mungkin cahaya matahari dipantulkan dari aluminium foil dan mengenai tingkap yang dilapisi plastik. Gunakan pembaris untuk menyokong flap pada sudut yang betul. Anda mungkin ingin mengarah keseluruhan kotak dengan menggunakan tuala yang digulung.



- 7 You can make toast by buttering a slice of bread then letting the Sun do the rest. It would also work great to heat up leftovers.

Anda boleh membuat roti bakar dengan mengoleskan mentega pada sepotong roti, kemudian biarkan Matahari melakukan selebihnya. Ia juga berfungsi dengan baik untuk memanaskan makanan yang sudah dimasak.



3.1.2 | Energy Sources Games Permainan Sumber Tenaga

Objective / Objektif:

To help students understand the different types of energy sources and categorize them into renewable and non-renewable energy through a fun and active relay race.

Untuk membantu pelajar memahami pelbagai jenis sumber tenaga dan mengklasifikasikannya kepada tenaga boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui melalui perlumbaan yang menyeronokkan dan aktif.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this activity, students will:

- Learn about different types of energy sources and their characteristics.
- Gain a better understanding of the importance of sustainable energy sources and their impact on the environment.

Pada akhir aktiviti ini, pelajar akan:

- Mempelajari tentang pelbagai jenis sumber tenaga dan ciri-cirinya.
- Mendapat pemahaman yang lebih baik tentang kepentingan sumber tenaga mampan dan impaknya terhadap alam sekitar.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- Index cards or small pieces of paper
- Markers or pens
- Large poster board or chart paper
- Tape or glue
- Pictures of various energy sources (optional)
- Two baskets or boxes
- Kad indeks atau kepingan kertas kecil
- Penanda atau pen
- Papan poster besar atau kertas carta
- Pita atau gam
- Gambar pelbagai sumber tenaga (pilihan)
- Dua bakul atau kotak



Steps / Langkah-Langkah:

1 Write the names of different energy sources on individual index cards and provide pictures of the energy sources. Examples include:

- Solar Energy
- Wind Energy
- Hydroelectric Power
- Biomass
- Geothermal Energy
- Coal
- Oil
- Natural Gas
- Nuclear Energy

Tulis nama pelbagai sumber tenaga pada kad indeks individu dan sertakan gambar sumber tenaga tersebut. Contoh termasuk:

- Tenaga Solar
- Tenaga Angin
- Tenaga Hidroelektrik
- Biojisim
- Tenaga Geoterma
- Arang Batu
- Minyak
- Gas Asli
- Tenaga Nuklear

2 On a large poster board or chart paper, create two columns labelled "Renewable Energy" and "Non-renewable Energy." Place the poster board at one end of the room or outdoor area.

Pada papan poster besar atau kertas carta, buat dua lajur berlabel "Tenaga Boleh Diperbaharui" dan "Tenaga Tidak Boleh Diperbaharui." Letakkan papan poster di satu hujung bilik atau kawasan luar.

3 Divide the students into two teams. Place two baskets or boxes filled with the energy source cards at the starting line (one for each team).

Bahagikan pelajar kepada dua pasukan. Letakkan dua bakul atau kotak yang diisi dengan kad sumber tenaga di garisan permulaan (satu untuk setiap pasukan).

4

Game Rules:

- Explain to the students the difference between renewable and non-renewable energy sources.
- Each team will take turns sending one member to pick a card from their basket, run to the poster board, and tape the card in the correct column.
- The next team member can only go once the previous member returns and tags them.

Peraturan Permainan:

- Terangkan kepada pelajar perbezaan antara sumber tenaga boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui.
- Setiap pasukan akan bergilir-gilir menghantar seorang ahli untuk mengambil satu kad dari bakul mereka, berlari ke papan poster, dan melekatkan kad tersebut pada lajur yang betul.
- Ahli pasukan seterusnya hanya boleh bergerak setelah ahli sebelumnya kembali dan menepuk tangan mereka.

5

On your signal, the first member of each team picks a card and runs to the poster board to place it in the correct column. The race continues until all cards are placed on the poster board.

Apabila anda memberi isyarat, ahli pertama dari setiap pasukan mengambil satu kad dan berlari ke papan poster untuk meletakkannya di lajur yang betul. Perlumbaan diteruskan sehingga semua kad diletakkan di papan poster.

6

Once all cards are placed, review the results as a class. Discuss why each energy source was placed in its category and the advantages and disadvantages of each type of energy.

Setelah semua kad diletakkan, semak keputusan bersama sebagai satu kelas. Bincangkan mengapa setiap sumber tenaga diletakkan dalam kategorinya dan kelebihan serta kekurangan setiap jenis tenaga.

3.2 | Activities for Secondary School Students *Aktiviti untuk Pelajar Sekolah Menengah*

3.2.1 | Power from Water *Kuasa daripada Air*

Objective / Objektif:

To show how water can be used to create energy with a simple water wheel.

Untuk menunjukkan bagaimana air boleh digunakan untuk menghasilkan tenaga dengan menggunakan roda air yang ringkas.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this activity, students will:

- Understand how moving water can be used to make energy.

Pada akhir aktiviti ini, pelajar akan:

- Memahami bagaimana air yang mengalir boleh digunakan untuk menghasilkan tenaga.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- 2-liter plastic soda bottle
- Ruler
- Marker
- Craft knife
- Scissors
- 2 corks
- 1 wooden barbecue skewer
- Sewing thread (16 inches)
- Small objects to lift (small fishing sinker, an eraser) / Objek kecil untuk diangkat
- Duct Tape
- Large Funnel
- Paper clips

- Botol plastik soda 2 liter
- Pembaris
- Penanda
- Pisau kraftangan
- Gunting
- 2 gabus
- 1 lidi kayu barbeku
- Benang jahit (16 inci)
- Objek kecil untuk diangkat (seperti pemberat pancing kecil atau pemadam)
- Pita pelekat (duct tape)
- Corong besar
- Klip kertas



Steps / Langkah-Langkah:

- 1 Using your marker and ruler, measure and mark a few dots 6 cm up from the bottom of the bottle. Connect your dots and have an adult help you cut off the bottom using the craft knife.

Dengan menggunakan penanda dan pembaris, ukur dan tandakan beberapa titik pada jarak 6 cm dari bagian bawah botol. Sambungkan titik-titik tersebut dan minta bantuan orang dewasa untuk memotong bagian bawah botol menggunakan pisau kraftangan.



- 2 Measure an 8 cm section from the cut part of the bottle. Cut out this section so that you have a cylindrical section of plastic.

Ukur bagian sepanjang 8 cm dari bagian botol yang telah dipotong. Potong bagian ini supaya anda mendapat satu bagian silinder plastik.



- 3 Cut four 2 cm-wide strips from the 8cm section with your scissors. Cut these strips in half so you are left with eight curved strips that measure 4 cm by 2 cm.

Potong empat jalur selebar 2 cm dari bagian 8 cm tersebut menggunakan gunting. Kemudian, potong setiap jalur menjadi dua, sehingga anda mendapat delapan jalur melengkung berukuran 4 cm x 2 cm.



4

Draw 8 evenly spaced lines lengthwise on the cork, and make slits along each line with your hobby knife. Making sure that the plastic pieces all curve in the same direction, slide each 4 cm by 2 cm plastic piece into its own slit.

Lukiskan 8 garis yang sama jaraknya secara memanjang pada gabus, dan buat belahan sepanjang setiap garis menggunakan pisau kraftangan anda. Pastikan setiap jalur plastik berukuran 4 cm x 2 cm melengkung ke arah yang sama, dan masukkan setiap jalur plastik ke dalam belahan masing-masing.

5

Unfold two paperclips and flex one end of each to create a small loop. These paperclips will act as supports for the water wheel's axle.

Buka dua klip kertas dan bengkokkan salah satu hujungnya untuk membentuk gelung kecil. Klip kertas ini akan berfungsi sebagai sokongan untuk gandar roda air.

6

Affix your supports on opposite sides of your plastic funnel using your duct tape.

Lekatkan sokongan anda di sisi bertentangan corong plastik menggunakan pita pelekat (duct tape).

7

Cut the skewer in half and poke each half into one side of the wheel cork. Guide each end through a loop on your paper clip support. Make sure your paper clip's loops are loose enough to allow the wheel to turn freely.

Potong lidi kayu barbeku kepada dua bahagian dan cucukkan setiap bahagian ke satu sisi gabus roda. Pandu setiap hujung lidi melalui gelung pada sokongan klip kertas anda. Pastikan gelung klip kertas cukup longgar untuk membolehkan roda berputar dengan bebas.

8

Insert one of the skewers into the other cork and tie thread tightly around it. Tie the loose end of the thread to a weight or other small household object.

Masukkan salah satu lidi ke dalam gabus yang satu lagi dan ikat benang dengan ketat di sekelilingnya. Ikat hujung benang yang longgar pada pemberat atau objek rumah tangga kecil yang lain.



9

Place your completed water wheel under a gentle stream of water in your sink. Slowly run water over the wheel so that the plastic pieces on the cork catch the falling water and turn it into mechanical energy.

Letakkan roda air yang telah disiapkan di bawah aliran air yang perlahan di singki anda. Jalankan air perlahan-lahan ke atas roda supaya plastik pada gabus menangkap air yang jatuh dan menukarkannya menjadi tenaga mekanikal.



10

The wheel spins and produces enough mechanical energy to elevate small items tied to the end of the thread.

Roda akan berputar dan menghasilkan tenaga mekanikal yang cukup untuk mengangkat barang kecil yang diikat pada hujung benang.



3.2.2 | Energy Conservation Scavenger Hunt *Pemburuan Harta Karun Penjimatan Tenaga*

Objective / Objektif:

To identify and implement energy-saving practices in the school or home environment.

Untuk mengenal pasti dan melaksanakan amalan penjimatan tenaga di persekitaran sekolah atau rumah.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this activity, students will:

- Learn practically on how to save energy.

Pada akhir aktiviti ini, pelajar akan:

- Belajar secara praktikal tentang cara untuk menjimatkan tenaga.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- Scavenger hunt checklist (printed or digital)
- Pens or pencils
- Clipboards (optional)
- Small prizes (optional)
- Senarai semak perburuan harta karun (dicetak atau digital)
- Pen atau pensil
- Papan klip (pilihan)
- Hadiah kecil (pilihan)

Steps / Langkah-Langkah:

1

Create a checklist of energy-saving actions and items.

List of Items to look for (examples):

- LED light bulbs
- Energy-efficient appliances
- Smart thermostat

List of energy-saving actions (examples):

- Turning off lights when not in use.
- Unplugging devices when not in use.
- Using natural light instead of artificial light.

Buat senarai semak tindakan dan barang penjimatan tenaga.

Senarai barang untuk dicari (contoh):

- Mentol LED
- Peralatan tenaga cekap
- Termostat pintar

Senarai tindakan penjimatan tenaga (contoh):

- Mematikan lampu apabila tidak digunakan.
- Mencabut peranti apabila tidak digunakan.
- Menggunakan cahaya semula jadi sebagai ganti cahaya buatan.

2

Divide the students into small teams. Each team will work together to find and implement the energy-saving actions on the checklist.

Bahagikan pelajar kepada kumpulan kecil. Setiap kumpulan akan bekerjasama untuk mencari dan melaksanakan tindakan penjimatan tenaga yang terdapat dalam senarai semak.



3

Give the teams a set amount of time (e.g., 30 minutes) to complete as many items on the checklist as possible.

Berikan setiap kumpulan masa tertentu (contohnya, 30 minit) untuk menyelesaikan sebanyak mungkin item dalam senarai semak.



4

Each team will go around the school or home, checking off items on their list as they find and implement energy-saving practices.

Setiap kumpulan akan bergerak di sekitar sekolah atau rumah, menandakan item dalam senarai semak apabila mereka menemui dan melaksanakan amalan penjimatan tenaga.



5

After the scavenger hunt, gather the teams to discuss what they found and learned. Highlight the importance of each energy-saving action and how it contributes to overall energy conservation.

Selepas perburuan harta karun, kumpulkan semua kumpulan untuk berbincang mengenai apa yang mereka temui dan pelajari. Sorot kepentingan setiap tindakan penjimatan tenaga dan bagaimana ia menyumbang kepada keseluruhan penjimatan tenaga.



3.3 | Activities for Adults *Aktiviti untuk Orang Dewasa*

3.3.1 | Energy Efficiency Workshop *Bengkel Kecekapan Tenaga*

Objective / Objektif:

To empower participants with the knowledge and skills to understand and implement energy-efficient practices in their daily lives.

Untuk memperkasakan peserta dengan pengetahuan dan kemahiran untuk memahami serta melaksanakan amalan kecekapan tenaga dalam kehidupan harian mereka.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this experiment, participants will:

- Understand the importance of energy efficiency and its environmental and economic benefits.
- Identify common household energy waste and ways to reduce energy consumption.
- Implement practical, energy-saving actions such as using energy-efficient appliances and optimizing household energy use. Understand the importance of energy conservation.

Pada akhir eksperimen ini, pelajar akan:

- Memahami kepentingan kecekapan tenaga dan manfaat alam sekitar serta ekonomi yang diperoleh daripadanya.
- Mengenal pasti pembaziran tenaga umum di rumah dan cara-cara untuk mengurangkan penggunaan tenaga.
- Melaksanakan tindakan praktikal penjimatan tenaga seperti menggunakan peralatan cekap tenaga dan mengoptimumkan penggunaan tenaga di rumah.
- Memahami kepentingan pemuliharaan tenaga.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- Presentation slides
- Papers
- Pen
- Demonstration items (eg: plugs, electrical item with energy saving logo, etc.)

- Slaid pembentangan
- Kertas
- Pen
- Barangan Demonstrasi (contoh: palam elektrik, peralatan elektrik dengan logo penjimatan tenaga, dan sebagainya)

Steps / Langkah-Langkah:

1 Introduction / Pengenalan

Welcome the participants, introduce the topic of energy efficiency and highlight its significance. Briefly discuss the current energy situation in the community and the importance of energy conservation.

Sambut para peserta, perkenalkan topik kecekapan tenaga dan tekankan kepentingannya. Bincangkan secara ringkas situasi tenaga semasa di komuniti dan kepentingan pemuliharaan tenaga.



2 Topic 1: Understanding Energy Efficiency / Memahami Kecekapan Tenaga

Provide an overview of energy efficiency concepts, including:

- What is energy efficiency?
- How does energy efficiency benefit individuals, the environment, and the community?
- The difference between renewable and non-renewable energy sources.

Ask the participants about their experiences with energy use and conservation in their households. The trainer can use or apply the content and information of the relevant concepts from the earlier section of this module.

Berikan gambaran keseluruhan mengenai konsep kecekapan tenaga, termasuk:

- Apa itu kecekapan tenaga?
- Bagaimana kecekapan tenaga memberi manfaat kepada individu, alam sekitar, dan komuniti?
- Perbezaan antara sumber tenaga boleh diperbaharui dan tidak boleh diperbaharui.

Tanya peserta mengenai pengalaman mereka dengan penggunaan dan pemuliharaan tenaga di rumah mereka. Jurulatih boleh menggunakan atau mengaplikasikan kandungan dan maklumat konsep yang berkaitan daripada bahagian awal modul ini.



3 Topic 2: Identify energy waste / Mengenal Pasti Pembaziran Tenaga

Divide participants into small groups and ask them to list the major sources of energy waste in their households or communities. Have each group to present their findings and discuss ways to address these issues.

Bahagikan peserta kepada kumpulan kecil dan minta mereka menyenaraikan sumber utama pembaziran tenaga di rumah atau komuniti mereka. Minta setiap kumpulan membentangkan penemuan mereka dan berbincang tentang cara-cara untuk mengatasi isu-isu ini.

4

Topic 3: Practical Energy Efficiency Actions / *Tindakan Kecekapan Tenaga Praktikal*

Show to how set appliances for energy savings (washing machines, refrigerators and air conditioners). Provide also examples of proper insulation techniques for homes and how to reduce energy waste through behaviour changes such as switch off lights. Ask the participants to create an energy saving checklist that they can apply in their homes.

Tunjukkan cara untuk mengatur peralatan bagi penjimatan tenaga (mesin basuh, peti sejuk, dan penghawa dingin). Berikan juga contoh teknik penambat yang betul untuk rumah dan bagaimana untuk mengurangkan pembaziran tenaga melalui perubahan tingkah laku seperti mematikan lampu. Minta peserta untuk membuat senarai semak penjimatan tenaga yang boleh mereka terapkan di rumah mereka.



5

Topic 4: Promoting Energy Efficiency in the Community / *Mempromosikan Kecekapan Tenaga di Komuniti*

Explore how the community can collectively promote energy efficiency (e.g., community energy-saving challenges, sharing knowledge, adopting solar power). To facilitate these discussion, consider asking the following questions:

- What actions do you take at home to save energy?
- What challenges you faced while trying to save energy?
- Are there any renewable energy installations in your area?

Terokai bagaimana komuniti boleh bersama-sama mempromosikan kecekapan tenaga (contohnya, cabaran penjimatan tenaga komuniti, berkongsi pengetahuan, mengamalkan tenaga solar). Untuk memudahkan perbincangan ini, pertimbangkan untuk bertanya soalan-soalan berikut:

- Apakah tindakan yang anda lakukan di rumah untuk menjimatkan tenaga?
- Apakah cabaran yang anda hadapi semasa cuba menjimatkan tenaga?
- Adakah terdapat pemasangan tenaga boleh diperbaharui di kawasan anda?

6

Wrap-up and Evaluation / Penutupan dan Penilaian

Collect feedback to improve future workshops and assess the effectiveness of the session and recap the key lessons learned and encourage participants to implement the practices in their households and communities.

Kumpul maklum balas untuk meningkatkan bengkel akan datang dan menilai keberkesanan sesi tersebut. Ulas kembali pengajaran utama yang dipelajari dan galakkan peserta untuk melaksanakan amalan-amalan tersebut di rumah dan komuniti mereka.



3.3.2 | Small Scale Wind Turbine *Turbin Angin Skala Kecil*

Objective / Objektif:

To highlight the environmental and economic benefits of wind power and promote its integration with other renewable energy sources such as solar power.

Learning Outcomes / Hasil Pembelajaran:

By the end of this activity, participants will:

- Understand the basics of wind energy.
- Understand the key components of a wind turbine system.
- Learn how to design and construct a small scale wind turbine.

Materials Needed / Peralatan Yang Diperlukan:

- BPVC pipes
- Permanent magnet DC (PMDC) motor or an alternator from a car or bicycle
- Steel pipe, wooden poles, or metal tubing
- Charge Controller
- Deep cycle lead-acid batteries
- Inverter (optional)
- Wiring and Connectors
- Mounting Materials such as bolts, nuts, bearings, and other hardware

Untuk menekankan faedah alam sekitar dan ekonomi bagi tenaga angin dan menggalakkan integrasinya dengan sumber tenaga boleh diperbaharui lain seperti tenaga solar.

Pada akhir aktiviti ini, pelajar akan:

- *Memahami tentang asas tenaga angin.*
- *Memahami tentang komponen utama sistem turbin angin.*
- *Belajar bagaimana untuk mereka bentuk dan membina turbin angin skala kecil.*

- *Paip BPVC*
- *Motor DC Magnet Kekal (PMDC) atau alternator dari kereta atau basikal*
- *Steel pipe, wooden poles, or metal tubing / Paip keluli, tiang kayu, atau paip logam*
- *Pengawal pengecas*
- *Bateri asid plumbum kitaran dalam*
- *Inverter (pilihan)*
- *Wiring dan penyambung*
- *Bahan pemasangan seperti bolt, nat, galas, dan peralatan lain*

Steps / Langkah-Langkah:

1

Design and Planning / Pengenalan

- Choose a wind turbine with a capacity that suits the community's needs (typically 400 watts to 2 kilowatts for small-scale turbines).
- Use a wind meter to measure wind speed at different times of the year. A minimum wind speed of 4.5 m/s is ideal for most small turbines.
- Select an area with good wind exposure (avoid obstructions like trees or buildings).
- Pilih turbin angin dengan kapasiti yang sesuai dengan keperluan komuniti (biasanya 400 watt hingga 2 kilowatt untuk turbin skala kecil).
- Gunakan meter angin untuk mengukur kelajuan angin pada masa yang berbeza sepanjang tahun. Kelajuan angin minimum 4.5 m/s adalah ideal untuk kebanyakan turbin kecil.
- Pilih kawasan dengan pendedahan angin yang baik (elakkan halangan seperti pokok atau bangunan).



2

Build The Blades / Membina Bilah Turbin Angin

- PVC pipes or plywood are common choices for small turbines. PVC pipes are lightweight, affordable, and easy to work with.
- Cut the PVC pipe into sections and flatten them into blades. A 45-degree angle at the tip of each blade works well for small turbines.
- Each blade should be about 1.5 to 2 meters in length for optimal wind capture.
- The blades need to be securely attached to a central hub (often a circular plywood or metal plate). Ensure the blades are angled correctly for optimal wind capture (typically between 5-10 degrees).
- Paip PVC atau papan lapis adalah pilihan biasa untuk turbin kecil. Paip PVC ringan, berpatutan, dan mudah untuk diproses.
- Potong paip PVC kepada bahagian dan ratakan untuk dijadikan bilah. Sudut 45 darjah di hujung setiap bilah sesuai untuk turbin kecil.
- Setiap bilah perlu sepanjang 1.5 hingga 2 meter untuk penangkapan angin yang optimum.
- Bilah perlu dipasang dengan kemas pada hub pusat (selalunya papan lapis atau plat logam berbentuk bulat). Pastikan bilah dipasang pada sudut yang betul untuk penangkapan angin yang optimum (biasanya antara 5 hingga 10 darjah).

3 Building The Generator / Membina Penjana

- A PMDC (Permanent Magnet DC) motor is a popular choice for small wind turbines. Alternatively, an old car alternator can also be used.
- Attach the generator or alternator to the base of the wind turbine tower securely.
- The shaft of the motor should be connected to the hub with the blades, so when the blades turn, the motor shaft will spin to generate electricity.
- *Motor PMDC (Motor DC Magnet Tetap) adalah pilihan popular untuk turbin angin kecil. Sebagai alternatif, alternator kereta lama juga boleh digunakan.*
- *Pasangkan penjana atau alternator pada asas menara turbin angin dengan selamat.*
- *Shaf motor perlu disambungkan ke hub dengan bilah, supaya apabila bilah berpusing, shaf motor akan berputar untuk menghasilkan elektrik.*



4 Building the tower / Membina Penjana

- Use steel pipes, metal tubing, or wood to create the tower. Steel is durable and can withstand harsh weather, but wood can be easier to work with and more cost-effective for small projects.
- Ideally, the tower should be 10–15 meters tall. The higher the turbine, the better the wind capture.
- Once the tower is built, mount the turbine on top using a secure mounting system, ensuring that it is stable and can rotate freely with the winding the tower.
- *Gunakan paip keluli, tiub logam, atau kayu untuk membina menara. Keluli tahan lama dan mampu menahan cuaca buruk, tetapi kayu boleh lebih mudah diproses dan lebih berpatutan untuk projek kecil.*
- *Idealnya, menara perlu setinggi 10–15 meter. Semakin tinggi turbin, semakin baik penangkapan angin.*
- *Setelah menara dibina, pasang turbin di bahagian atas menggunakan sistem pemasangan yang kukuh, memastikan ia stabil dan boleh berputar bebas dengan angin.*

5**Wiring the turbine to the battery bank / Pendawaian turbin ke bank bateri**

- Install a charge controller between the turbine and the battery to regulate the voltage and prevent overcharging.
- Connect the charge controller to deep-cycle lead-acid batteries to store the energy generated by the wind turbine.
- If AC power is needed, install an inverter to convert the DC power from the batteries into usable AC power for household devices.
- *Pasang pengawal cas di antara turbin dan bateri untuk mengawal voltan dan mengelakkan pengecasan berlebihan.*
- *Sambungkan pengawal cas ke bateri asid plumbum kitaran dalam untuk menyimpan tenaga yang dihasilkan oleh turbin angin.*
- *Jika kuasa AC diperlukan, pasang inverter untuk menukarkan kuasa DC dari bateri kepada kuasa AC yang boleh digunakan untuk peranti rumah.*

**6****Mounting the Wind Turbine and Connecting the System / Pemasangan Turbin Angin dan Menyambungkan Sistem**

- Raise the tower with the wind turbine mounted on top.
- Once the tower is upright, connect the generator to the battery bank via the charge controller. Then connect the battery bank to the inverter (if using AC) and the electrical system of the community.
- Ensure all electrical connections are insulated and secure. Test the system to confirm the turbine is producing power.
- Once everything is connected, power on the system and observe whether the turbine is generating electricity. Check the voltage and ensure the batteries are charging correctly.
- *Angkat menara dengan turbin angin dipasang di atasnya.*
- *Setelah menara tegak, sambungkan penjana ke bank bateri melalui pengawal cas. Kemudian, sambungkan bank bateri ke inverter (jika menggunakan AC) dan sistem elektrik komuniti.*
- *Pastikan semua sambungan elektrik dilindungi dengan penebat yang betul dan selamat. Uji sistem untuk mengesahkan bahawa turbin menghasilkan kuasa.*
- *Setelah semuanya disambungkan, hidupkan sistem dan perhatikan sama ada turbin menghasilkan elektrik. Semak voltan dan pastikan bateri sedang dicas dengan betul.*

References

Rujukan

1. Ecos, "Sabah Energy Roadmap and Master Plan 2040 (SE-RAMP 2040)," [Online]. Available: <https://ecos.gov.my/sites/default/files/uploads/downloads/2023-09/SABAH%20ENERGY%20ROADMAP%20AND%20MASTER%20PLAN%202040%20%28SE-RAMP%202040%29.pdf>
2. Sabah RE2 Roadmap, [Online]. Available: <https://www.sabahre2roadmap.org/>
3. Byju's, "Types of Energy," [Online]. Available: <https://byjus.com/physics/types-of-energy/>
4. Standard and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM), "Consumer Information," [Online]. Available: <https://www.st.gov.my/my/web/consumer/details/7/2>
5. Golden Agri-Resources, "How it works: Zero waste in palm oil production," Aug. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.goldenagri.com.sg/how-it-works-zero-waste-in-palm-oil-production/>
6. AsiaWind, "Market Overview: Malaysia," [Online]. Available: <https://www.asiawind.org/research-data/market-overview/malaysia/>
7. Energy Tracker Asia. "Wind Energy in Malaysia." [Online]. Available: <https://energytracker.asia/wind-energy-in-malaysia/>. [Accessed: Feb. 21, 2025].
8. Byju's, "Formation of Fossil Fuels," [Online]. Available: <https://byjus.com/chemistry/formation-of-fossil-fuels/>
9. U.S. Energy Information Administration (EIA), "Hydropower," [Online]. Available: <https://www.eia.gov/energyexplained/hydropower/#:~:text=At%20hydropower%20plants%20water%20flows,applies%20pressure%20on%20a%20turbine.>
10. Home Science Tools, "How to Build a Solar Oven Project," [Online]. Available: https://www.homesciencetools.com/article/how-to-build-a-solar-oven-project/?srsltid=AfmBOoolcYQidnP3c7C0NIT15pYO_tMhmdG9GiNhXGtK1AwFMpQbvvhhd

11. Save on Energy, "Why Save Energy?," [Online]. Available:
<https://www.saveonenergy.com/resources/why-save-energy/>
12. Education.com, "How Can Water Produce Energy?," [Online]. Available:
<https://www.education.com/science-fair/article/water-produce-energy/>

EPD SABAH

ISBN 978-629-99512-7-8



9 786299 951278 >