

Editor:

Dr. Adi Wijayanto, S.Or., S.Kom., M.Pd., AIFO.

Dr. Abdul Gafur Marzuki, S.Pd., M.Pd. | Eko Saputro, M.Pd.

Dewi Puspita Octaviani, S.Kom. | M Imron R, S.Kom.



# OPTIMALISASI TEKNIK DAN TEKNOLOGI

BERBASIS  
SUPPORT SYSTEM  
INDONESIA EMAS 2045



Tuti Agustin · Firnimus Konstantinus Bhara · Baiti Hidayati · Yohanes Laka Suku  
Alfridus Gado · Nely Ana Mufarida · Danny Faturachman · Dodi Seprinaldi · Rima Sri Agustin  
Teddy Juanda Simatupang · Muhamad Jafri · Erwin Komara Mindarta · Eddy Rudiyanto  
Syarif Suhartadi · Maulana Wahyu Ayatullah · Renita Cahyani · Nur'irni Nahri Sakinah  
Mirzal Yacub · Fitri Sylvianti Titong · Mery Silviana · Nanda Yusril Mahendra · Zulfan  
Miftahur Rahman · Inayah · Fransiskus Ferry Goe Ray · Soraya Norma Mustika · Efa Suriani

Pengantar:  
**Prof. Dr. H. Akhyak, M.Ag.**  
Direktur Pascasarjana UIN SATU  
(Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung)

# **OPTIMALISASI TEKNIK DAN TEKNOLOGI BERBASIS *SUPPORT SYSTEM* INDONESIA EMAS 2045**

Tuti Agustin - Firnimus Konstantinus Bhara - Baiti Hidayati -  
Yohanes Laka Suku - Alfridus Gado - Nely Ana Mufarida -  
Danny Faturachman - Dodi Seprinaldi - Rima Sri Agustin -  
Teddy Juanda Simatupang - Muhamad Jafri - Erwin Komara Mindarta -  
Eddy Rudiyanto - Syarif Suhartadi - Maulana Wahyu Ayatullah -  
Renita Cahyani - Nur'irni Nahri Sakinah - Mirzal Yacub -  
Fitri Sylvianti Titong - Mery Silviana - Nanda Yusril Mahendra - Zulfan -  
Miftahur Rahman - Inayah - Fransiskus Ferry Goe Ray -  
Soraya Norma Mustika - Efa Suriani

Editor:  
**Dr. Adi Wijayanto, S.Or., S.Kom., M.Pd., AIFO.**  
**Dr. Abdul Gafur Marzuki, S.Pd., M.Pd.**  
**Eko Saputro, M.Pd.**  
**Dewi Puspita Octaviani, S.Kom.**  
**M. Imron R., S.Kom.**



# **OPTIMALISASI TEKNIK DAN TEKNOLOGI BERBASIS *SUPPORT SYSTEM* INDONESIA EMAS 2045**

*Copyright © Tuti Agustin, dkk., 2025*

Hak cipta dilindungi undang-undang

*All right reserved*

Editor: Adi Wijayanto, dkk.

Layouter: Muhamad Safi'i

Desain cover: Dicky M. Fauzi

x + 173 hlm: 14 x 21 cm

Cetakan: Pertama, September 2025

ISBN: 978-623-157-215-8

## **Anggota IKAPI**

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memplagiasi atau memperbanyak seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh:

## **Akademia Pustaka**

Jl. Raya Sumbergempol, Sumberdadi, Tulungagung

Telp: 0818 0741 3208

Email: [redaksi.akademiapustaka@gmail.com](mailto:redaksi.akademiapustaka@gmail.com)

Website: [www.akademiapustaka.com](http://www.akademiapustaka.com)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, buku yang berjudul "*Optimalisasi Teknik dan Teknologi Berbasis Support System Indonesia Emas 2045*" ini dapat diselesaikan. Buku ini merupakan wujud dari komitmen di bidang teknologi dan sistem pendukung untuk merumuskan gagasan dan solusi inovatif.

Visi Indonesia Emas 2045 bukanlah sekadar mimpi, melainkan sebuah tujuan besar yang membutuhkan fondasi kuat, salah satunya adalah penguasaan dan pemanfaatan teknologi secara optimal. Buku ini hadir untuk mengupas secara mendalam bagaimana integrasi teknik dan teknologi, terutama melalui pengembangan support system, dapat menjadi kunci utama dalam mendorong kemajuan di berbagai sektor—mulai dari pemerintahan, ekonomi, pendidikan, hingga layanan publik. Pembahasan yang ada di dalamnya diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam percepatan pembangunan dan peningkatan daya saing bangsa.

Kami menyadari bahwa transformasi digital menuju Indonesia Emas 2045 tidaklah mudah dan akan menghadapi berbagai tantangan, mulai dari adaptasi sumber daya manusia hingga infrastruktur yang memadai. Oleh karena itu, buku ini tidak hanya menyajikan konsep teoretis, tetapi juga menyertakan studi kasus, praktik terbaik, dan rekomendasi strategis yang relevan dan dapat diterapkan.

Semoga buku ini dapat menjadi referensi berharga bagi para pembuat kebijakan, akademisi, profesional, serta seluruh

masyarakat yang ingin berperan aktif dalam mewujudkan Indonesia yang lebih maju, sejahtera, dan berdaulat di tahun 2045.

Buku ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga Allah Subhānahu wa Ta‘ālā meridai setiap langkah kecil dalam ikhtiar ini dan menjadikannya amal jariyah untuk keberlangsungan ilmu pengetahuan.

Tulungagung, 9 September 2025

**Prof. Dr. H. Akhyak, M.Ag.**  
Direktur Pascasarjana UIN SATU  
(*Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung*)

# DAFTAR ISI

Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi.....	v

## BAB I

### PENDEKATAN TEKNOLOGI ADAPTIF DALAM PENDIDIKAN DAN APLIKASI TEKNIK .....

#### **MENYELAMATKAN NYAWA MELALUI DATA: STRATEGI MENGATASI *IMBALANCE* PADA PREDIKSI KECELAKAAN TRANSPORTASI .....**

*Ir. Tuti Agustin, M.Eng.* (Universitas Sebelas Maret -  
Surakarta)

#### **STUDI EKSPERIMENT NILAI FREKUENSI ALAMI PASANGAN BATU BATA DENGAN MORTAR CAMPURAN KAPUR, BUBUKAN BATU BATA, DAN PASIR .....**

*Dr. Ir. Firnimus Konstantinus Bhara, S.T., M.T.* (Universitas  
Nusa Nipa)

#### **EFISIENSI MESIN REFRIGERASI MENGGUNAKAN PIPA KAPILER DAN TXV .....**

*Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T.* (Politeknik Negeri  
Sriwijaya)

#### **CAMPURAN BETON BASAH DAN KERING: KARAKTERISTIK, PROSES PRODUKSI, DAN IMPLEMENTASI .....**

*Ir. Yohanes Laka Suku, S.T., M.T., IPM.* (Universitas Flores)

<b>ANALISIS PENGARUH ERUPSI GUNUNG LEWOTOBI TERHADAP MOBILITAS MASYARAKAT DI DESA BORU, KECAMATAN WULANGGITANG, KABUPATEN FLORES TIMUR, PROVINSI NTT .....</b>	<b>30</b>
<i>Alfridus Gado, S.T., M.T. (Universitas Flores Ende)</i>	
<b>UJI KINERJA TEKNOLOGI MESIN <i>VACUUM FRYING</i> .....</b>	<b>36</b>
<i>Nely Ana Mufarida, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Jember)</i>	
<b>PENGENALAN ISPS <i>CODE (KETENTUAN INTERNASIONAL TENTANG KEAMANAN DI ATAS KAPAL &amp; FASILITAS PELABUHAN</i> .....</b>	<b>43</b>
<i>Ir. Danny Faturachman, M.T. (Universitas Darma Persada)</i>	
<b>LEBIH DARI SEKADAR MESIN: STRATEGI PENGUATAN <i>SOFT SKILLS</i> DALAM PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF.....</b>	<b>50</b>
<i>Dodi Seprinaldi, S.Pd., Gr. (SMK N 4 Takengon)</i>	
<b>INOVASI MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN: BETON GEOPOLIMER BERBASIS <i>FLY ASH</i> SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI SEMEN PORTLAND .....</b>	<b>56</b>
<i>Rima Sri Agustin, S.T., M.T. (Universitas Sebelas Maret – Surakarta)</i>	
<b>PERBANDINGAN KURIKULUM STRATA 1 FAKULTAS TEKNIK JURUSAN METALURGI PADA BEBERAPA PERGURUAN TINGGI DI INDONESIA..</b>	<b>62</b>
<i>Teddy Juanda Simatupang, S.T., M.M. (Pemerhati Pendidikan Perguruan Tinggi)</i>	

<b>PEMBUATAN DAN PENERAPAN POMPA HYDRAM PADA PERTANIAN LAHAN KERING DESA OEKABITI KABUPATEN KUPANG-NTT.....</b>	<b>69</b>
<i>Ir. Muhamad Jafri, S.T., M.Eng., IPM. (Universitas Nusa Cendana)</i>	
<b>MODEL TEFA ROBLOX UNTUK EFISIENSI BELAJAR OTOMOTIF SMK.....</b>	<b>77</b>
<i>Erwin Komara Mindarta, S.Pd., M.Pd. (Universitas Negeri Malang)</i>	
<b>PROJEK MOBIL NASIONAL UNTUK BANGUN NASIONALISME MAHASISWA .....</b>	<b>83</b>
<i>Drs. Eddy Rudyanto, M.Pd. (Universitas Negeri Malang)</i>	
<b>BAB II</b>	
<b>STRATEGI PEMBELAJARAN TEKNIK DAN TEKNOLOGI DALAM MENYONGSONG INDONESIA EMAS.....</b>	<b>89</b>
<b>ALAT BANTU MENGAJAR EV UNTUK PENDIDIKAN VOKASI OTOMOTIF .....</b>	<b>90</b>
<i>Dr. Syarif Subartadi, M.Pd. (Universitas Negeri Malang)</i>	
<b>REDESIGN ALAT PEMASANG LAMPU MANUAL SECARA OTOMATIS DENGAN PERBANDINGAN ASPEK ERGONOMI .....</b>	<b>96</b>
<i>Maulana Wahyu Ayatullah, S.T., M.Eng. (Universitas Muhammadiyah Luwuk)</i>	
<b>PERAN TEKNIK INDUSTRI DALAM TRANSFORMASI DIGITAL.....</b>	<b>103</b>
<i>Renita Cahyani, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Luwuk)</i>	

<b>STATISTIK INDUSTRI DALAM KONTEKS NYATA: STRATEGI PEMBELAJARAN BERBASIS STUDI KASUS .....</b>	<b>109</b>
<i>Nur'irni Nahri Sakinah, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Luwuk)</i>	
<b>MATERIAL MASA DEPAN: EKSPLORASI BAMBU REKAYASA.....</b>	<b>114</b>
<i>Mirzal Yacub, S.T., M.Sc. (Universitas Negeri Medan)</i>	
<b>STRATEGI JUST-IN-TIME (JIT) DALAM PENGELOLAAN INVENTORI.....</b>	<b>119</b>
<i>Fitri Sylvianti Titong, S.T., M.T. (Universitas Muhammadiyah Luwuk)</i>	
<b>PERAN POZZOLAN ALAM SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON ...</b>	<b>124</b>
<i>Mery Silviana, S.T., M.Sc. (Universitas Abulyatama)</i>	
<b>INOVASI TEKNOLOGI <i>PRINTER 3D</i> DALAM BIDANG REKAYASA JARINGAN TULANG .....</b>	<b>130</b>
<i>Nanda Yusril Mahendra, S.Tr.T., M.T. (Politeknik Negeri Sriwijaya)</i>	

### **BAB III**

<b>INOVASI TEKNIK DAN TEKNOLOGI DALAM MENDUKUNG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN. 137</b>	
<b>PEMBERDAYAAN GURU PAUD DI KECAMATAN SYIAH KUALA MELALUI PELATIHAN PEMBUATAN VIDEO PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS <i>POWTOON</i> .....</b>	<b>138</b>
<i>Zulfan, S.Si., M.Sc. (Universitas Syiah Kuala)</i>	

<b>TRANSFORMASI DAKWAH DIGITAL: PENGEMBANGAN SARANA DAKWAH DI PCM BANGSALSARI JEMBER .....</b>	<b>142</b>
<i>Miftabur Rahman, S.Kom., M.Kom. (Universitas Muhammadiyah Jember)</i>	
<b>KEAKURATAN CHAT GPT DALAM KEILMUAN BAHASA ARAB DAN PEMBELAJARANNYA (IMPLEMENTASI DAN KEABSAHAN KEILMUANNYA .....</b>	<b>148</b>
<i>Inayah, M.Pd. (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang)</i>	
<b>PENDAMPINGAN DAN DEMONSTRASI PEMBELAJARAN BERBASIS ICT BAGI GURU DI SEKOLAH DASAR INPRES FATUFETO 2 KOTA KUPANG .....</b>	<b>157</b>
<i>Fransiskus Ferry Goe Ray, S.Pd., M.Si. (Universitas Nusa Cendana Kupang)</i>	
<b>PELATIHAN DASAR ARDUINO UNTUK SISWA MTS UNGGULAN DARUL MUTJABA PAKISAJI.....</b>	<b>163</b>
<i>Soraya Norma Mustika , S.T., M.T., M.Sc. (Universitas Negeri Malang)</i>	
<b>PELATIHAN DASAR HINGGA LANJUTAN GAMBAR TEKNIK: TEORI DAN PRAKTIK .....</b>	<b>169</b>
<i>Efa Suriani, M.Eng., C.C.Ms. (Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya)</i>	



# **BAB I**

## **PENDEKATAN TEKNOLOGI ADAPTIF DALAM PENDIDIKAN DAN APLIKASI TEKNIK**

# **MENYELAMATKAN NYAWA MELALUI DATA: STRATEGI MENGATASI *IMBALANCE PADA PREDIKSI KECELAKAAN TRANSPORTASI***

**Ir. Tuti Agustin, M.Eng.<sup>1</sup>**  
**(Universitas Sebelas Maret - Surakarta)**

*“Penanganan ketidakseimbangan data, meningkatkan akurasi prediksi kecelakaan dan memperkuat strategi keselamatan transportasi”*

**K**ecelakaan lalu lintas merupakan masalah global yang berdampak serius terhadap kesehatan masyarakat dan ekonomi dunia. Setiap tahun, lebih dari 1,35 juta jiwa melayang akibat insiden ini (Ahmed et al., 2023), masalah krusial tersebut mendorong dunia internasional untuk menetapkan keselamatan jalan sebagai prioritas dalam agenda pembangunan dan kesehatan masyarakat (Austine et al., 2024).

Berbagai upaya pencegahan, seperti peningkatan infrastruktur dan edukasi pengguna jalan telah diterapkan. Namun, angka kecelakaan berat tetap tinggi, menandakan perlunya pendekatan baru berbasis prediksi data. Kompleksitas interaksi antara perilaku manusia, lingkungan, dan kondisi infrastruktur, ditambah

---

<sup>1</sup> Penulis adalah Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, yang telah berkolaborasi menulis belasan buku referensi. Penulis juga aktif sebagai reviewer pada Jurnal Internasional terindex Scopus, serta sebagai editor jurnal internasional ilmiah teknik IJER (*Indonesian Journal of Engineering Research*): <https://ijerjournal.org/>.

fluktuasi data kecelakaan, menjadi tantangan besar dalam membangun model prediksi yang handal (Al-Masaeid & Khaled, 2023; Xu & Xu, 2020). Salah satu hambatan utama dalam hal ini adalah ketidakseimbangan data. Data kecelakaan cenderung didominasi oleh kasus ringan, sedangkan kecelakaan fatal sebagai kelas minoritas terwakili sangat sedikit (Li et al., 2023). Kondisi ini, dengan koefisien variasi lebih dari 0,35 (Cieslak et al., 2011), menyebabkan model pembelajaran mesin menjadi bias terhadap mayoritas dan gagal mengidentifikasi kejadian fatal secara efektif (Agustin et al., 2025).

Mengatasi ketidakseimbangan data adalah sangat penting untuk meningkatkan sensitivitas model terhadap kejadian langka. Teknik *Synthetic Minority Oversampling Technique* (SMOTE) menjadi salah satu solusi utama, dengan cara menghasilkan data sintetis dari kelas minoritas untuk memperkaya representasi kecelakaan fatal (Kumar et al., 2024). Variasi seperti ADASYN dan *borderline*-SMOTE lebih lanjut memfokuskan pada area batas keputusan, meningkatkan pembelajaran pada kasus berisiko tinggi. *Random Oversampling* (ROS), dalam hal ini, meskipun sederhana, memiliki risiko *overfitting* (Zhang et al., 2024), sehingga pendekatan seperti SOMO yang berbasis klasterisasi lebih disukai untuk analisis yang lebih akurat (Piyadasa & Gunawardana, 2023). Selain *oversampling*, *undersampling* juga digunakan untuk mengatasi redundansi data mayoritas. Dengan menghapus sebagian data non-kritis, model menjadi lebih sederhana, cepat diproses, dan tidak kehilangan banyak informasi penting. Pemilihan teknik tergantung pada karakteristik dataset serta kebutuhan analisis.

Implementasi teknik-teknik ini membawa dampak nyata dalam prediksi keselamatan lalu lintas. Alshehri et al. (2024) membuktikan bahwa penerapan *gradient boosting* dengan penanganan *imbalance* meningkatkan identifikasi faktor risiko

kecelakaan fatal. Patel et al. (2023) mengembangkan *framework* berbasis *random forests* yang lebih efektif melalui koreksi ketidakseimbangan. Studi oleh Khanum et al. (2024) menunjukkan bahwa penerapan SMOTE secara konsisten akan meningkatkan akurasi prediksi kecelakaan berat. Manfaat praktis dari koreksi ketidakseimbangan data bukan hanya meningkatkan performa model, tetapi juga memperkuat deteksi pola spasial dan temporal kecelakaan fatal (Karamanlis et al., 2023). Dengan informasi ini, identifikasi lokasi rawan kecelakaan (*black spots*) menjadi lebih akurat, mendukung perencanaan infrastruktur yang lebih efektif, serta alokasi sumber daya keselamatan yang lebih optimal (Alirezai et al., 2017).

Sebagai kesimpulan, kecelakaan lalu lintas tetap menjadi tantangan besar yang membutuhkan pendekatan analitis berbasis data. Ketidakseimbangan data harus diatasi melalui teknik *oversampling*, *undersampling*, atau kombinasi inovatif lainnya. Implementasi strategi ini terbukti meningkatkan akurasi identifikasi lokasi berisiko, memperbaiki prioritas intervensi keselamatan, dan pada akhirnya akan mempercepat upaya penyelamatan nyawa. Oleh karena itu, pengelolaan ketidakseimbangan data harus menjadi bagian integral dari setiap pengembangan sistem prediksi keselamatan transportasi di masa depan.

## **Daftar Pustaka**

Agustin, T., Mahmudah, A. M. H., Dewantara, B. R. M., Fauzan, B. L., Putranto, A. S., & Putra, V. S. (2025). Data-Driven Insights into Urban Traffic Accidents: Predictive Classification Using Decision Trees. In S. A. Kristiawan, K. Tsai, M. Shahin, & A. R. M. Sam (Eds.), *Proceedings of the 6th International Conference on Rehabilitation and*

*Maintenance in Civil Engineering*—Volume 2. Springer Cham.

Ahmed, S. K., Mohammed, M. G., Abdulqadir, S. O., El-Kader, R. G. A., El-Shall, N. A., Chandran, D., Rehman, M. E. U., & Dhama, K. (2023). Road Traffic Accidental Injuries and Deaths: A Neglected Global Health Issue. *Health Science Reports*, 6(5).

Al-Masaeid, H. R., & Khaled, F. J. (2023). Performance of Traffic Accidents' Prediction Models. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 17(1).

Alirezaei, M., Onat, N. C., Tatari, O., & Abdel-Aty, M. (2017). The Climate Change-Road Safety-Economy Nexus: A System Dynamics Approach to Understanding Complex Interdependencies. *Systems*, 5(1), 6.

Alshehri, A. H., Alanazi, F., Yosri, A. M., & Yasir, M. (2024). Comparing Fatal Crash Risk Factors by Age and Crash Type by Using Machine Learning Techniques. *Plos One*, 19(5), e0302171.

Austine, O. A. T. O., Asmah, H. S., & Steven, S. (2024). Ethical Dimensions of Road Traffic Safety: A Public Health Perspective. *Trends Bioeth*, 1(1), 1–6.

Cieslak, D. A., Hoens, T. R., Chawla, N. V., & Kegelmeyer, W. P. (2011). Hellinger Distance Decision Trees Are Robust and Skew-Insensitive. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 24(1), 136–158.

Jomnonkwao, S., Uttra, S., & Ratanavaraha, V. (2020). Forecasting Road Traffic Deaths in Thailand: Applications of Time-Series, Curve Estimation, Multiple Linear Regression, and Path Analysis Models. *Sustainability*, 12(1), 395.

Karamanlis, I., Kokkalis, A., Profillidis, V., Botzoris, G., Kiourt, C., Sevetlidis, V., & Pavlidis, G. (2023). Deep Learning-Based Black Spot Identification on Greek Road Networks. *Data*, 8(6), 110.

Khanum, H., Kulkarni, R., Garg, A., & Faheem, M. I. (2024). Enhancing Road Safety in India: A Predictive Analysis Using Machine Learning Algorithm for Accident Severity Modeling.

Kumar, P., Priyanka, P., Uday, K. V., & Dutt, V. (2024). Addressing Class Imbalance in Soil Movement Predictions. *Natural Hazards and Earth System Science*, 24(6), 1913–1928.

Li, G., Wu, Y., Bai, Y., & Zhang, W. (2023). ReMAHA–CatBoost: Addressing Imbalanced Data in Traffic Accident Prediction Tasks. *Applied Sciences*, 13(24), 13123.

Patel, H., Gore, N., Easa, S. M., & Arkatkar, S. (2023). Novel Traffic Conflict-Based Framework for Real-Time Traffic Safety Evaluation Under Heterogeneous and Weak Lane-Discipline Traffic. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2678(2), 118–134.

Piyadasa, T. D., & Gunawardana, K. (2023). SOM-XG: Self-Organizing Map Based Resampling With Sample Extraction and Generation. *International Journal on Advances in Ict for Emerging Regions (Icter)*, 16(4), 11–20.

Xu, Q., & Xu, K. (2020). Statistical Analysis and Prediction of Fatal Accidents in the Metallurgical Industry in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3790.

Zhang, Y., Deng, L., & Wei, B. (2024). Imbalanced Data Classification Based on Improved Random-Smote and Feature Standard Deviation. *Mathematics*, 12(11), 1709.

# STUDI EKSPERIMENT NILAI FREKUENSI ALAMI PASANGAN BATU BATA DENGAN MORTAR CAMPURAN KAPUR, BUBUKAN BATU BATA, DAN PASIR

Dr. Ir. Firnimus Konstantinus Bhara, S.T., M.T.<sup>2</sup>  
(Universitas Nusa Nipa)

*“Pengujian berdasarkan getaran digunakan untuk menentukan karakteristik dinamik dari dinding pasangan bata dengan mortar campuran kapur, bubuk bata dan pasir”*

Batu bata merah merupakan salah satu material yang masih cukup banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi, karena cukup mudah mendapatkannya dan harganya relatif murah. Dinding pasangan bata merah merupakan pasangan yang terdiri dari bahan pengikat (mortar) dan bahan pengisi (bata merah). Pasangan bata umumnya memberikan konstruksi yang tahan lama, dimana kualitas bahan pembentuknya dan cara pengerjaan sangat mempengaruhi ketahanan konstruksi dinding secara keseluruhan.

---

<sup>2</sup> Penulis lahir di Ende-Nusa Tenggara Timur, 27 Maret 1976, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik (FT) Universitas Nusa Nipa, menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa-Denpasar tahun 2004, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta tahun 2014, menyelesaikan S3 pada Program Studi Doktor Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada tahun 2023, memperoleh gelar insinyur pada Program Studi Pendidikan Profesi Insinyur Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta tahun 2024.

Penelitian ini mencakup aspek eksperimental yang bertujuan mengetahui nilai frekuensi alami pasangan bata dengan mortar dari campuran kapur, bubukan batu bata dan pasir dengan komposisi campuran 1:1:3 yang merepresentasikan struktur bangunan kuno atau bangunan sejarah (Torney, C., 2014). Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kegunaan mortar dengan campuran kapur, bubukan batu bata dan pasir sebagai spesi pada dinding pasangan bata merah untuk mengurangi gaya getaran.

### **Bangunan Tembokan**

Jenis bangunan tembokan dijiplak dari Eropa dengan ketebalan dindingnya lebih dari ketebalan satu batu, menggunakan plester bata tanpa perkuatan kolom maupun beton bertulang sebagai bingkai. Pada waktu itu Belanda menggunakan campuran adukan yang terdiri dari bubuk bata merah, kapur, dan pasir yang dicampur dengan air. Beberapa menggunakan campuran pozollan dan kapur sebagai adukan (Boen, 2016).

Sebagian besar bangunan tembokan dengan ketebalan satu atau satu setengah bata atau dua bata yang dibangun sesuai dengan tradisi/arsitektur Belanda usianya sangat tua dan banyak yang lapuk karena kurang dirawat. Menurunnya kekuatan bahan terutama adukannya, merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan dan/atau robohnya bangunan-bangunan tembokan dengan ketebalan satu atau satu setengah bata. Hal lain yang didapat dari pengamatan adalah tidak terdapatnya integritas antara berbagai komponen, pondasi, dinding dan atap. Sambungan yang tidak cukup menyebabkan bangunan menjadi berantakan (Boen, 2016).

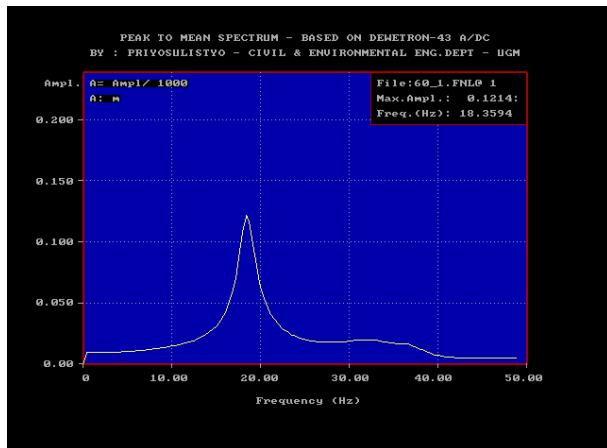
### **Pemrosesan Sinyal**

Getaran selalu terjadi pada setiap saat di setiap tempat di alam raya ini. Getaran terjadi karena setiap benda di alam dalam proses

mencari keseimbangan baru melakukan gerakan dan gerakan itu menimbulkan getaran. Setiap benda yang ada di alam ini tidak akan lepas dari pengaruh getaran (Vierck, 1995).

Getaran dapat dideteksi melalui alat dan diubah ke dalam bentuk sinyal. Sinyal dapat diklasifikasikan berdasarkan sumbu waktunya yaitu sumbu yang diskrit atau kontinu. Kedua sinyal ini beroperasi pada daerah yang berbeda. Sinyal waktu kontinyu (*continuous-time signal*) dinyatakan dalam bentuk garis yang utuh, bukan garis vertikal seperti sinyal diskrit (Priyosulistyo, H., 2013).

*Fast Fourier Transformasi* (FFT) adalah suatu algoritma untuk merubah data dari domain waktu ke domain frekuensi dengan mengabaikan proses yang berulang. Frekuensi alami struktur adalah frekuensi dari struktur yang secara alami cenderung untuk bergetar jika struktur ini terkena gangguan. Frekuensi alami selalu dinyatakan dalam siklus per detik(spd) atau Herzt. Suatu struktur akan mengalami resonansi apabila nilai frekuensi beban yang diterima struktur mendekati atau sama dengan frekuensi alaminya (Paz, M., 1996). Analisa frekuensi dan percepatan berdasarkan FFT *based on averaging method*. Selain menggunakan program dewesoft 7, data digital getaran juga diolah menggunakan *software* FFT *based on averaging method*. Tujuan dari analisis ini adalah meminimalkan adanya noise yang tidak diperlukan dengan cara membagi sinyal getaran yang telah difilter menjadi beberapa segmen. Hasil dari tiap segmen dirata-rata sehingga mendapatkan frekuensi dan perpindahan maksimum yang mewakili getaran pada suatu titik (Bhara, 2021).



Gambar 1. Analisis FFT *based on averaging method* dengan program FFTDW05D

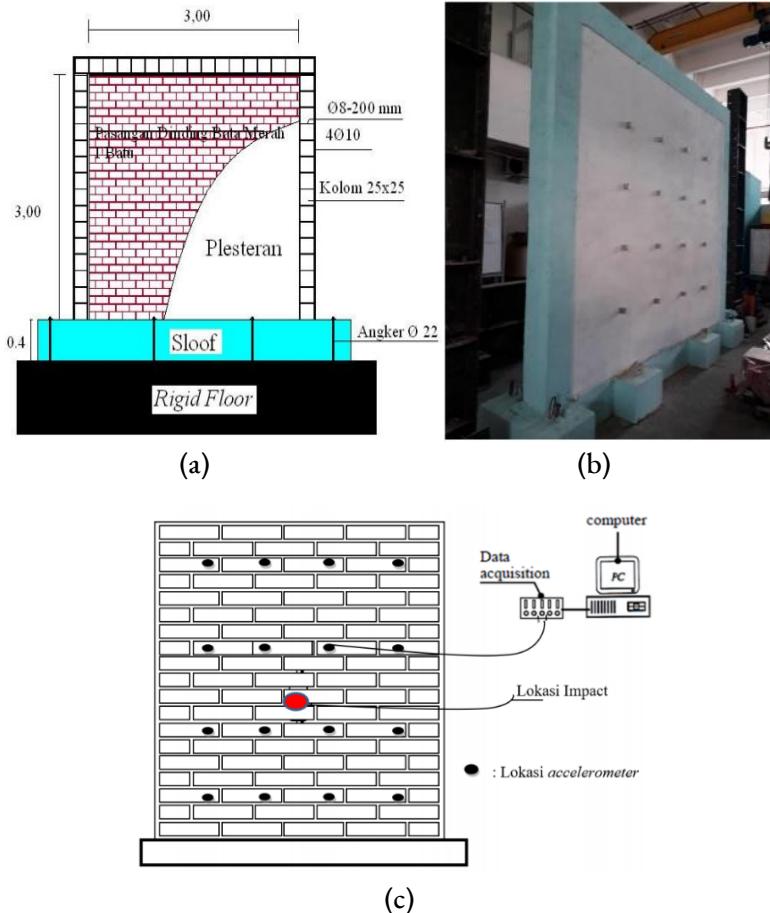
## 1. *Setting* Pengujian

### Benda Uji

Penelitian ini menggunakan sampel dinding pasangan batu bata 1 (satu) batu dengan ukuran seperti pada Gambar 2. Sampel tersebut menggunakan campuran mortar 1 kapur : 1 semen merah : 3 pasir.

### Peralatan Pengujian dan Setting Peralatan

- Dewetron 43*, alat ini digunakan untuk menangkap sinyal getaran dari *accelerometer* dan selanjutnya diteruskan ke komputer untuk ditampilkan (Prayuda, 2015).
- Accelerometer*, alat penjumput sinyal getaran untuk mengukur respons dinamik model akibat eksitasi atau gaya luar (Picauly, dkk., 2014).
- Software dewesoft*, getaran pada model ditampilkan di komputer melalui *software dewesoft* (Bhara, 2021).



Gambar 2. (a) Ukuran benda uji pengujian nilai redaman (b) Model benda uji di laboratorium (c) Setting peralatan

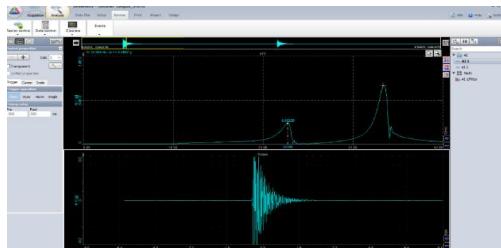
## 2. Proses Pengambilan data

Pada proses pengujian dinamik, dinding pasangan bata yang telah ditumpu dengan jepitan digetarkan dengan diberikan gaya pukulan yang merupakan getaran paksa. Getaran direkam oleh

accelerometer kemudian diproses dengan menggunakan *digital analog converter* DEWE 43 seperti pada gambar 4(a). Sinyal direkam menggunakan *software dewesoft* 7.0.3 untuk memperoleh respon getaran (gambar 4.b).



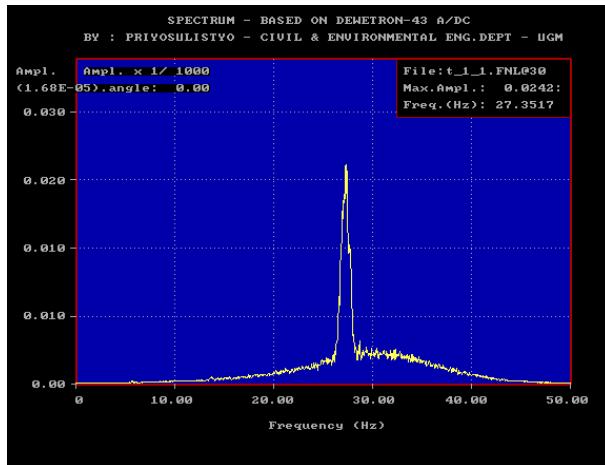
(a)



(b)

Gambar 3. (a) Set up pengujian di laboratorium (b) tampilan respon getaran pada software *dewesoft* 7.0.3

Grafik respon domain waktu pada gambar 4, diperoleh dari merekam sinyal pada pasangan dinding bata. Frekuensi alami ( $f_n$ ) = 27,35 Hz



Gambar 4. Hasil analisis FFT dengan program FFTDW05

## Daftar Pustaka

Bhara, F. K., 2021, "Studi Eksperimen Nilai Redaman Pasangan Batu Bata dengan Mortar Campuran Kapur dan Bubukan Batu Bata", *Symposium Nasional Teknologi Infrastruktur Abad ke-21*, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Boen, T., 2016, "Belajar dari Kerusakan Akibat Gempa Bumi Bangunan Tembokan Nir-Rekayasa di Indonesia", Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Torney, C., 2014, "*Lime Mortars in Traditional Buildings: Short Guide 6*", Historic Scotland Alba Aosmhor, Scotland

Paz, M., 1996, "*Dinamika Struktur Teori dan Perhitungan*", Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Picauly, F., Suhendro, B., Triwiyono, A., 2014, "Tuned Mass Damper on Reinforced Concrete Slab with Additional X-Shaped Metal Absorber", *Procedia Enggineering*.

Prayuda, H., 2015, "Prediksi Gaya Lateral in Plane Melalui Perubahan Frekuensi Alami dan Redaman Struktur Dinding Pasangan Bata ½ Batu dengan Spesi 1 Pc: 4 Kp: 10 Ps Melalui Analisa Getaran Mikro", Thesis, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, UGM

Priyosulistyo, H., 2013, "*Analisa Dinamik Struktur*", Diklat Ajar Mata Kuliah Analisa Dinamik Struktur Pascasarjana Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.

Vierck, R. K., 1995., "*Analisis Getaran*", Refika Aditama, Bandung.

# EFISIENSI MESIN REFRIGERASI MENGGUNAKAN PIPA KAPILER DAN TXV

Dr. Ir. Baiti Hidayati, S.T., M.T.<sup>3</sup>  
(Politeknik Negeri Sriwijaya)

*“Refrigerasi merupakan mesin yang digunakan untuk menurunkan temperatur untuk berbagai kebutuhan, pipa kapiler dan TXV memberikan perbedaan untuk capaian akhir”*

## Mesin Refrigerasi

Mesin refrigerasi merupakan mesin yang digunakan untuk proses pendinginan. Artinya akan terjadi penurunan temperatur di dalam mesin refrigerasi dari lingkungan sekitar. Saat ini mesin refrigerasi bukan merupakan alat yang aneh lagi. Beberapa contoh mesin refrigerasi yaitu: Mesin Refrigerasi Komersial (Kulkas, Frezeer, Perlengkapan rumah tangga lainnya); Mesin Refrigerasi Domestik (Showcase, Cold storage, Mesin pendingin skala industry).

---

<sup>3</sup> Penulis lahir di Sukamoro, 06 Juli 1992, merupakan Dosen di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sriwijaya, menyelesaikan studi D3 Program Studi Teknik Pendingin dan Tata Udara di Politeknik Sekayu tahun 20012, menyelesaikan S1 Jurusan Teknik Mesin di Universitas Tridinanti Palembang tahun 2014, Menyelesaikan S2 Jurusan Teknik Mesin di Universitas Sriwijaya Tahun 2017, dan menyelesaikan S3 Program Studi Ilmu Teknik di Universitas Sriwijaya tahun 2022.

## Sistem Refrigerasi

Pada dasarnya komponen utama sistem refrigerasi terdiri dari: a). Compressor, b) Condenser, c) Expansion, d) Evaporator. Compressor merupakan jantung dari sistem refrigerasi, compressor digunakan untuk memompa refrigerant ke seluruh komponen pada sistem refrigerasi. Compressor berfungsi untuk menaikkan temperature dan tekanan refrigerant.

Condenser merupakan komponen yang digunakan untuk mengubah fase refrigerant dari jas menjadi cair melalui proses pembuangan kalor ke lingkungan sekitar (sorounding). Selama proses pembuangan kalor ini, refrigerant akan mengalami penurunan temperatur dan tekanan dengan persentase yang tidak terlalu jauh.

Expansion merupakan salah satu komponen sistem refrigerasi yang digunakan untuk menurunkan temperatur dan tekanan refrigerant dengan cara melakukan penyempitan jalur refrigerant. Pada proses ini, refrigerant akan merubah fase dari cair menjadi mix/embun yang selanjutnya akan menuju ke evaporator. Pada Expansion tube dapat berupa pipa kapiler dan TXV (Thermostatic Expansion Valve) keduanya memiliki fungsi yang sama yaitu untuk menurunkan temperatur dan tekanan. Yang membedakan adalah capaian temperatur maksimum.

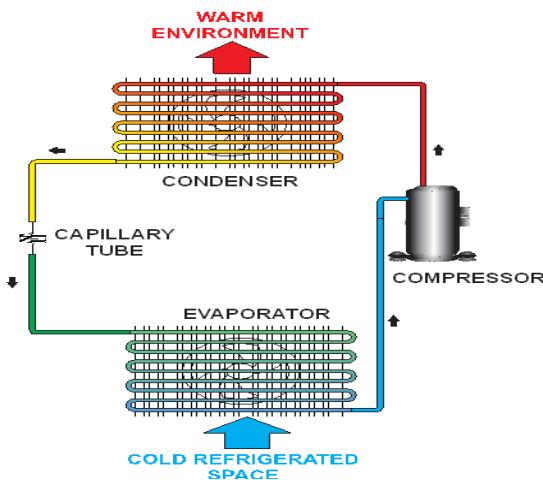
Tabel 1. Perbandingan Pipa Kapiler dan TVX

Indikator	Pipa Kapiler	TXV (Thermostatic Expansion Valve)
Desain	Pipa kecil dengan diameter yang sangat terbatas.	Katup dengan diafragma yang dikontrol oleh sensing bulb.

Fungsi	Menurunkan tekanan refrigeran dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator.	Menurunkan tekanan dan mengatur aliran refrigeran ke evaporator.
Pengaturan Aliran	Tidak dapat menyesuaikan aliran refrigeran. Aliran tetap bergantung pada tekanan dan perbedaan tekanan antara sisi kondensasi dan evaporasi.	Dapat menyesuaikan aliran berdasarkan perubahan suhu dan tekanan.
Kelebihan	Desain sederhana dan mudah dipasang.	Efisien dalam kondisi yang bervariasi. Dapat menyesuaikan aliran sesuai dengan perubahan kebutuhan sistem.
Kelemahan:	Tidak efisien dalam kondisi yang bervariasi. Tidak dapat menyesuaikan aliran sesuai dengan perubahan kebutuhan sistem.	Desain lebih rumit dan lebih mahal untuk perbaikan atau penggantian.
Penggunaan:	Umumnya digunakan pada sistem refrigerasi dengan kapasitas rendah, seperti AC split.	Umumnya digunakan pada sistem refrigerasi dengan kapasitas besar dan untuk aplikasi yang membutuhkan

		pendinginan di bawah suhu normal.
--	--	-----------------------------------

Evaporator merupakan salah satu komponen utama sistem refrigerasi yang digunakan untuk menyerap kalor yang berada pada kabin. Pada awalnya, fase refrigerant yang memasuki evaporator adalah mix antara gas dan cair (spray) dengan temperatur dan tekanan rendah. Selanjutnya, uap air tersebut akan diserap oleh kalor temperatur tinggi yang berada pada kabin sehingga cairan tersebut akan menguap secara maksimal.

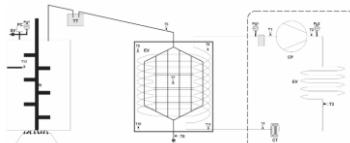
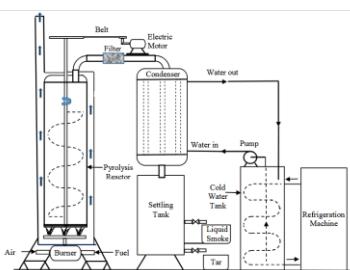
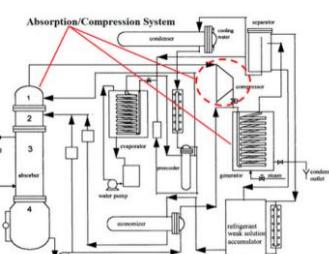


Gambar 1. 1 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap

## Pengembangan Sistem Refrigerasi

Sejauh ini, sistem refrigerasi telah dikembangkan di berbagai bidang permesinan untuk berbagai kebutuhan riset untuk dimanfaatkan berbagai situasi, beberapa diantaranya sebagai berikut:

Tabel 2. Pemanfaatan Sistem Refrigerasi pada Kebutuhan Riset

No	Judul Riset	Piping Diagram	Sumber
1	Increased Productivity Of Liquid Smoke Through Fast Thawing With Refrigeration Systems At Low Air Temperature		(B. Hidayati et al., 2022)
2	Development of liquid smoke production process as a latex coagulant by utilizing a refrigeration machine		(Sipahutar et al., 2020)
3	Absorption refrigeration systems based on ammonia as refrigerant using different absorbents: review and applications		(Faisal et al., 2020)

## Persamaan pada Sistem Refrigerasi

### 1. Performance

$$\text{COP}_{\text{actual}} = \frac{\text{Efek Refrigerasi}}{\text{Kerja Kompresi}} = \frac{Q_{\text{in}}}{W_k}$$
$$Q_{\text{in}} = h_1 - h_4$$

$$W_k = h_2 - h_1$$

Keterangan:

COP = Coefficient of Performance

$h_1$  = Entalpi hisapan kompresor (kJ/kg)

$h_2$  = Entalpi tekanan kompresor (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi input evaporator (kJ/kg)

### 2. Penyerapan Kalor

Proses penyerapan kalor di evaporator menggunakan persamaan berikut:

$$Q = h_1 - h_4$$

Keterangan:

$Q$  = Kalor yang diserap (kJ/kg)

$h_1$  = Entalpi hisapan kompresor (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi input evaporator (kJ/kg)

### 3. Pelepasan Kalor

Proses penyerapan kalor di evaporator menggunakan persamaan berikut:

$$Q = h_2 - h_4$$

Keterangan:

$Q$  = Kalor yang dilepas (kJ/kg)

$h_2$  = Entalpi tekanan kompresor (kJ/kg)

$h_4$  = Entalpi input katup ekspansi (kJ/kg)

## Daftar Pustaka

Faisal, M., Gani, A., Mulana, F., Desvita, H., & Kamaruzzaman, S. (2020). Effects Of Pyrolysis Temperature On The Composition Of Liquid Smoke Derived From Oil Palm Empty Fruit Bunches. *Rayasan Journal*, 13(1), 514–520.

Hidayati, B. H., Mardiana, M. M., & Saputra, L. S. (2019). Rancang Bangun Dehumidifier dengan Pemanfaatan Kalor Kondensor. *PETRA: Jurnal Teknologi Pendingin Dan Tata Udara*, 6(2), 1–8.

Hidayati, B., Sipahutar, R., Bizzy, I., & Faizal, M. (2022). Increased Productivity of Liquid Smoke Through Fast Thawing With Refrigeration System at Low Air Temperature. *Journal of Applied Engineering Science*, 20(1), 79–84.

Sipahutar, R., Pratiwi, D. K., Bizzy, I., Sofijan, A., & Hidayati, B. (2020). Development of liquid smoke production process as a latex coagulant by utilizing a refrigeration machine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 909(1), 12032.

# CAMPURAN BETON BASAH DAN KERING: KARAKTERISTIK, PROSES PRODUKSI, DAN IMPLEMENTASI

Ir. Yohanes Laka Suku, S.T., M.T., IPM.<sup>4</sup>  
(Universitas Flores)

*“Pemahaman karakteristik, proses produksi, dan implementasi beton basah dan kering penting untuk konstruksi efektif, adaptif, dan berkelanjutan.”*

Beton merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan di berbagai proyek infrastruktur dan bangunan karena memiliki keunggulan dalam hal kekuatan tekan, daya tahan, serta kemudahan dalam pembentukannya (Ahmed et al., 2023; Suku et al., 2024; Suku & Dhema, 2024). Kualitas beton sangat dipengaruhi oleh metode pencampuran yang digunakan, di mana secara umum terdapat dua metode utama, yaitu metode pencampuran beton basah (*wet mix*) dan metode pencampuran beton kering (*dry mix*). Pemilihan metode pencampuran yang tepat sangat penting karena akan berpengaruh pada homogenitas campuran, efisiensi pelaksanaan, serta performa akhir dari beton yang dihasilkan (Hiremath & Yaragal, 2017; Kosmatka et al., 2011; Rakkisa & Rao, 2019; Vandanon et al., 2003)

---

<sup>4</sup> Penulis lahir di Singaraja Bali, 15 Januari 1969, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Flores, menyelesaikan studi S1 di Universitas Kristen Indonesia Paulus Makasar tahun 1996, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Udayana Denpasar tahun 2007 dan menyelesaikan Profesi Insinyur di Program Studi Profesi Insinyur Universitas Hasanuddin Makasar tahun 2021.

Pemahaman terhadap kedua jenis metode pencampuran beton ini menjadi sangat penting, terutama karena masing-masing memiliki karakteristik, kelebihan, dan keterbatasan tersendiri. Selain itu, pemilihan jenis beton juga berpengaruh terhadap keberhasilan proyek konstruksi secara teknis dan ekonomis.

### **Campuran Beton Basah**

Campuran Beton basah adalah jenis campuran beton, dimana komponen air dimasukan dimasukan dan dicampur bersama material garegat kasar, halus, dan semen serta bahan tambahan jika ada. Proses pencampuran dilakukan secara mekanis dan terkontrol, baik dalam hal proporsi maupun homogenitas, sehingga mutu beton yang dihasilkan cenderung lebih konsisten. Beton jenis ini biasanya dikirim ke lokasi proyek menggunakan truk mixer (*ready-mix truck*), dan harus digunakan dalam jangka waktu tertentu (umumnya 90–120 menit) agar tidak mengalami pengerasan awal sebelum pengecoran. Campuran beton basah umumnya mempunyai karakteristik campuran yang homogen dimana bahan-bahan tercampur merata, yang menghasilkan beton dengan karakteristik fisik yang konsisten.

Beton basah (*wet mix concrete*) biasanya dicampur secara menyeluruh di batching plant, seluruh bahan yakni air, semen, agregat, dan bahan tambahan dicampur dalam takaran tertentu berdasarkan standar mutu tertentu, yang memungkinkan tercapainya kuat tekan yang direncanakan. Beton basah memungkinkan kontrol kualitas yang lebih mudah hal ini menjadikan beton basah pilihan utama dalam proyek-proyek besar seperti gedung tinggi, jembatan, dan infrastruktur lainnya yang membutuhkan kualitas dan performa yang dapat diprediksi.

Adapun keunggulan beton basah adalah: 1) Efisiensi waktu, dimana beton basah dapat diangkut dalam jumlah besar menggunakan truk mixer, sehingga mempercepat proses

pengecoran. Beton yang dicampur di plant siap untuk segera digunakan di lokasi proyek tanpa perlu pencampuran tambahan, 2) Konsistensi pada skala besar: Dalam proyek berskala besar seperti pembangunan jembatan atau gedung bertingkat, beton basah memungkinkan penerapan campuran beton yang seragam di seluruh bagian struktur. Hal ini penting untuk memastikan bahwa kekuatan dan daya tahan beton di setiap bagian proyek tetap konsisten (Kosmatka et al., 2011).

Salah satu tantangan besar dalam penggunaan beton basah adalah kebutuhan logistik yang kompleks. Beton harus diangkut dari batching plant ke lokasi proyek dalam waktu tertentu, sebelum mulai mengeras. Oleh karena itu, diperlukan: 1) *Truk mixer (ready mix truck)* dirancang untuk mengangkut beton basah dalam kondisi cair dan menjaga agar campuran tetap homogen selama perjalanan. Truk ini juga memastikan bahwa beton dapat langsung digunakan setelah tiba di lokasi, 2) alat pemompa beton untuk memastikan pengecoran yang merata dan efisien. Pompa beton dapat menyalurkan campuran beton ke lokasi yang sulit dijangkau, seperti lantai tinggi atau area dengan akses terbatas, 3) Koordinasi logistik yang ketat, dimana pengecoran beton basah memerlukan pengiriman yang tepat waktu. Jika beton tidak digunakan dalam waktu yang tepat setelah produksi, maka beton bisa mengeras di truk mixer, yang akan merusak kualitasnya (Kosmatka et al., 2011). Dengan demikian keberhasilan proyek dengan beton basah sangat bergantung pada manajemen logistik yang efisien. Setiap aspek mulai dari pengangkutan, pengecoran, hingga pemompaan harus dilakukan dengan koordinasi yang baik agar beton dapat digunakan dalam kondisi terbaiknya. Hal ini menjadikan beton basah lebih cocok digunakan dalam proyek-proyek besar dengan fasilitas dan peralatan pendukung yang memadai.

## **Beton Kering**

Beton kering adalah campuran bahan pembuat beton semen agregat halus dan agregat kasar tanpa penambahan air. Campuran kering ini kemudian dikirim ke lokasi proyek dan dicampur dengan air sesaat sebelum pengecoran. Beton kering memiliki beberapa karakteristik penting yakni tidak memerlukan batching plant, fleksibel untuk proyek kecil dan terpencil, mutu sangat tergantung pada keterampilan pekerja dan kualitas pencampuran manual. Beton kering, walaupun lebih praktis dan ekonomis dalam beberapa kasus, memiliki tantangan serius dalam hal kontrol mutu, terutama ketika tidak ada standar pencampuran yang diterapkan secara ketat (Kosmatka et al., 2011).

Kelemahan dari metode ini yakni, adanya potensi variasi kelembaban agregat, ketidaksesuaian rasio pencampuran dan Ketergantungan pada pengalaman pekerja. Namun dengan perkembangan produk *premix dry mix concrete*, yaitu beton kering dalam kemasan siap pakai yang telah ditakar secara pabrik, menjadi solusi untuk meningkatkan konsistensi mutu di lapangan.

Beton kering lazim digunakan dalam pembangunan perumahan, perbaikan trotoar, saluran air, atau pekerjaan skala kecil lainnya. Fleksibilitas waktu menjadi keunggulan utama, karena pencampuran dapat dilakukan sesuai kebutuhan langsung di lapangan. Khusus di daerah perdesaan atau daerah dengan akses terbatas, beton kering menjadi pilihan rasional karena, distribusi material lebih mudah, tidak membutuhkan alat berat atau sistem transportasi khusus, biaya lebih rendah dan sesuai untuk proyek swakelola.

## **Aspek Keberlanjutan dan Inovasi dalam Konstruksi Beton**

Dalam konstruksi berkelanjutan, pemilihan jenis beton berpengaruh terhadap efisiensi sumber daya dan dampak lingkungan. Beton basah yang diproduksi terpusat

memungkinkan pengelolaan limbah yang lebih baik, daur ulang air pencucian, serta penggunaan bahan tambahan ramah lingkungan seperti fly ash dan slag yang menurunkan emisi karbon (Hiremath & Yaragal, 2017; Kosmatka et al., 2011; Vandanon et al., 2003).

Sebaliknya, beton kering konvensional rentan menghasilkan debu dan limbah jika tidak terkelola dengan baik. Namun, penggunaan *premix dry concrete* dari pabrik dapat meminimalkan kesalahan takaran dan limbah di lapangan (Kosmatka et al., 2011).

Inovasi juga berkembang pesat. Beton basah kini didukung truk mixer dengan pengontrol slump otomatis, sementara beton kering memanfaatkan nano-silika atau polimer dalam formulasi siap pakai, serta sistem pencampuran digital portable untuk kontrol mutu di lapangan (Kosmatka et al., 2011; Vandanon et al., 2003).

Beton basah dan beton kering merupakan dua pendekatan berbeda namun saling melengkapi dalam praktik konstruksi. Beton basah unggul dalam kontrol mutu dan efisiensi pada proyek besar, sedangkan beton kering lebih fleksibel dan ekonomis untuk proyek kecil atau di lokasi terpencil. Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya kesadaran terhadap pentingnya efisiensi sumber daya, kombinasi pendekatan beton basah dan kering, didukung oleh inovasi dan pelatihan tenaga kerja yang tepat, dapat membawa industri konstruksi menuju praktik yang lebih cerdas, adaptif, dan ramah lingkungan. Dengan begitu, pembangunan yang berkelanjutan tidak hanya menjadi wacana, tetapi menjadi realitas yang dapat diimplementasikan dalam setiap lapisan proyek infrastruktur, baik di kota besar maupun di pelosok desa.

## Daftar Pustaka

Ahmed, A. M., Nabil, S., AbdAlwahed, K. A., & Elsayed, T. A. (2023). Effect of fine aggregate/coarse aggregate ratio on the fresh and hardened properties of self compacting concrete. *Materials Today: Proceedings*.

Hiremath, P. N., & Yaragal, S. C. (2017). Influence of mixing method, speed and duration on the fresh and hardened properties of Reactive Powder Concrete. *Construction and Building Materials*, 141, 271–288.

Kosmatka, S. H. ., Kerkhoff, Beatrix., & Panarese, W. C. . (2011). *Design and control of concrete mixtures*. Portland Cement Association.

Rakkisa, N. J., & Rao, B. K. (2019). Effect of Accelerated Curing on Compressive Strength Concrete with Fly Ash. *Materials and International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 7(6C2), 193–198. <http://link.springer.com/10.1617/s11527-015-0731-2>

Suku, Y. L., & Dhema, Y. Y. (2024). Perbandingan Jumlah Proporsi Campuran Dan Kekuatan Mekanik Beton Berdasarkan Sni 03-2834-2000 Dan Sni 7656:2012. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 12(2), 65–74.

Suku, Y. L., Nisanson, M. Y., & Moi, M. A. (2024). Pemanfaatan Bubuk Gamping Sebagai Bahan Substitusi Semen Terhadap Sifat Mekanik Beton. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 29(2), 40–45. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v29i2.3618>

Vandanjon, P.-O., de Larrard, F., Dehousse, B., Villain, G., Maillot, R., & Laplante, P. (2003). Homogenisation of concrete in a batch plant: the influence of mixing time and

method on the introduction of mineral admixtures.  
*Magazine of Concrete Research*, 55(2), 105–116.

# **ANALISIS PENGARUH ERUPSI GUNUNG LEWOTOBI TERHADAP MOBILITAS MASYARAKAT DI DESA BORU, KECAMATAN WULANGGITANG, KABUPATEN FLORES TIMUR, PROVINSI NTT**

**Alfridus Gado, S.T., M.T.<sup>5</sup>**  
(Universitas Flores Ende)

*“Mobilitas terjadi akibat adanya bencana alam, panen gagal, lapangan kerja terbatas, keamanan terganggu dan kurangnya sarana pendidikan.”*

**B**erdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Flores Timur memiliki batas-batas yaitu Utara berbatasan dengan Laut Flores, Selatan berbatasan dengan Laut Sawu, Barat berbatasan dengan Kabupaten Sikka dan Timur berbatasan dengan Selat Boleng. Kabupaten Flores Timur terdiri atas 19 kecamatan, yaitu Wulanggitang, Titehena, Ile Bura, Tanjung Bunga, Lewolema, Larantuka, Ile Mandiri, Demon Pagong, Solor Barat, Solor Selatan, Solor Timur, Adonara Barat, Wotan Ulu Mado, Adonara Tengah, Adonara Timur, Ile Boleng, Witihama, Kelubagolit, dan Adonara. Selanjutnya letak geografis Kecamatan Wulanggitang yaitu memiliki batas-batas antara lain Utara berbatasan dengan

---

<sup>5</sup>Penulis lahir di Paga, 14 April 1994, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Flores Ende, menyelesaikan studi S1 di Universitas Flores Ende tahun 2018, menyelesaikan S2 di Prodi Magister Teknik Sipil, Universitas Dponegoro Semarang tahun 2021.

Kecamatan Titehena, Selatan berbatasan dengan Selat Solor, Timur berbatasan dengan Kecamatan Titehena, dan Barat berbatasan dengan Kabupaten Sikka. Kecamatan Wulanggitang terdiri dari 11 desa dengan total luas wilayah: 255, 96 km<sup>2</sup> (Timur 2025).

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Bencana dibagi menjadi tiga yaitu bencana alam, bencana nonalam, dan bencana sosial (Safitri 2010). Bahaya letusan gunung api terdiri dua yakni bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya Primer adalah bahaya yang langsung menimpa penduduk ketika letusan berlangsung. awan panas, udara panas sebagai akibat samping awan panas, dan lontaran material berukuran blok (bom) hingga kerikil. Sedangkan bahaya sekunder terjadi secara tidak langsung dan umumnya berlangsung setelah letusan letusan terjadi, seperti lahar dingin yang dapat menyebabkan kerusakan lahan dan pemukiman (Rahayu et al. 2014).

Gugusan pulau Indonesia dalam tatanan tektonik dunia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia (bagian barat laut), Lempeng Samudera Hindia – Australia (bagian selatan), dan Lempeng Samudera Pasifik (bagian timur laut) yang saling bergerak. Hal ini berdampak pada keadaan topografi, morfologi, dan struktur geologis Indonesia (Siti, Arief Laila, and Bambang 2018). Gunung Lewotobi adalah dua gunung berapi kembar, dengan dua puncak yang hampir sama tinggi, yang terletak di bagian tenggara Pulau Flores, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. Secara administratif, gunung ini berada di Kecamatan Wulanggitang dan sebagian kecil Kecamatan Ile Bura, Kabupaten

Flores Timur, NTT. Puncak tertinggi Lewotobi dinamakan Gunung Lewotobi Perempuan (1.703 mdpl) yang hanya meletus dua kali sepanjang sejarah, yaitu pada tahun 1921 dan 1935. Sedangkan, puncak yang terletak sedikit lebih rendah tetapi lebih sering aktif dinamakan Gunung Lewotobi Laki-Laki (1.584 mdpl). Pengaruh faktor kerentanan fisik dan sosial terhadap erupsi Gunung sangat signifikan (Muhammad Reza 2023)

Gunung Lewatobi dipercaya sebagai tempat tinggal para leluhur orang Flores sehingga bencana letusan gunung dianggap lebih penting dibanding bencana lainnya. Letusan gunung dipercaya sebagai tanda amarah para leluhur akibat adanya perselisihan atau konflik di antara suku-suku atau klan di Pulau Flores. Oleh karena itu, penduduk sekitar gunung percaya mereka harus mengadakan upacara persesembahan di lereng gunung, meski hal tersebut berbahaya. Upacara pengorbanan pernah dilakukan setelah letusan gunung pada 1992 yang diikuti oleh para kepala suku dan pemuka agama setempat.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), tercatat sebanyak 2.735 keluarga atau 12.200 jiwa mengungsi dan terkena dampaknya. Pada 9 November, Sabtu pagi, Gunung Lewotobi Laki-Laki kembali erupsi, memuntahkan abu vulkanik sekitar 9 kilometer ke udara dari puncak kawah itu atau 10 kilometer dari permukaan laut. Akibat dampak dari abu letusan, Bandar Udara Internasional Komodo ditutup sementara. Gunung berapi Lewotobi laki-laki kembali meletus pada 21 Maret 2025, menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) sekitar 4.976 orang mengungsi akibat dampak dari letusan tersebut. Setidaknya dua korban mengalami luka bakar akibat terkena guguran debu dari awan panas Gunung Lewotobi Laki-laki.

Permukiman merupakan lingkungan tempat tinggal manusia yang mendukung perikehidupan dan penghidupan. Masyarakat

setuju terhadap rencana relokasi permukiman dikarenakan beberapa alasan antara lain: lokasi asal sudah tidak bisa lagi untuk ditinggali, sumber mata pencaharian sudah hilang akibat erupsi Gunung api Sinabung dan masyarakat takut akan ancaman bahaya erupsi di masa datang (Pandia et al. 2016).

Mobilitas penduduk disuatu wilayah terjadi karena adanya faktor yang mendorong dan menarik dalam suatu wilayah (push-pull factors). Kondisi sosial ekonomi daerah asal yang tidak memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan (needs) seseorang menyebabkan orang tersebut ingin pergi kedaerah lain yang dapat memenuhi kebutuhannya. Jadi antara daerah asal dan daerah tujuan terdapat perbedaan nilai kefaedahan wilayah (place utility). Daerah tujuan harus mempunyai nilai kefaedahan wilayah yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah asal untuk dapat menimbulkan mobilitas penduduk. Adapun yang menjadi permasalahan di daerah asal imigran dalam melakukan mobilitas, seperti adanya bencana alam, panen gagal, lapangan kerja terbatas, keamanan terganggu dan kurangnya sarana pendidikan (Agusta 2013). Mitigasi merupakan upaya penanggulangan bencana dengan tujuan dapat meminimalkan dampak kerusakan yang ditimbulkan akibat terjadinya bencana serta untuk menimimalkan jumlah korban (Ariyadi Nugroho and Iwan 2014).

Permasalahan yang dialami masyarakat akibat erupsi Gunung Lewotobi adalah kegiatan keseharian masyarakat terhabat, kondisi psikis masyarakat yang terganggu, terjadi kerusakan lingkungan disekitar desa boru dan akses keluar masuk kendaraan didesa boru menjadi terhambat. Dari permasalahan tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis bagaimana pengaruh erupsi gunung Lewotobi terhadap mobilitas penduduk Di Desa Boru, Kecamatan Wulanggitang, Kabupaten Flores Timur dengan menggunakan metode analisis deskriptif sesuai dengan kondisi dan permasalahan di daerah penelitian. Data penelitian berupa data

primer yang diperoleh dari hasil wawancara dengan mentebarkan kuisioner kepada masyarakat dan data sekunder yang diperoleh dari sumber pustaka yang terkait dengan penelitian ini. Analisis data menggunakan analisis statistik dengan program aplikasi SPSS.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh pengaruh erupsi gunung Lewotobi terhadap mobilitas penduduk Di Desa Boru, Kecamatan Wulanggitang, Kabupaten Flores Timur adalah sangat signifikan dengan hasil koefisien determinasi sebesar 0,001 yang kurang dari 0,005. Adapun hasil korelasi menunjukkan nilai 0,85 yang artinya erupsi gunung Lewotobi sangat berpengaruh terhadap mobilitas penduduk. Selanjutnya dari hasil kuisioner mobilitas masyarakat menjadi terhambat ke daerah lain untuk mengungsi maupun tujuan lainnya. Mobilitas penduduk di daerah lain sekitaran Kabupaten Flores Timur, Kabupaten Sikka juga mobilitasnya menjadi terhambat dengan adanya erupsi gunung berapi. Mobilitas masyarakat baik menggunakan transportasi darat, laut dan udara pun terhambat. Bandara Frans Seda di Maumere, Kabupaten Sikka, Bandara yang ada di Kabupaten Flores Timur, Labuan Bajo, terpaksa ditutup untuk beberapa minggu. Dampak erupsi gunung Lewotobipun berdampak pada penerbangan di Lombok, Nusa Tenggara Barat.

Dari penelitian yang sudah dilakukan penulis berkesimpulan bahwa erupsi gunung Lewotobi sangat berpengaruh terhadap mobilitas masyarakat baik yang ada di sekitaran Kabupaten Flores Timur maupun yang ada di luar Kabupaten Flores Timur.

## **Daftar Pustaka**

Agusta, Aris. 2013. “Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Mobilitas Penduduk Ke Desa Kota Bangun Dua Kecamatan Kota Bangun Kabupaten Kutai Kartanegara.” *EJournal Pemerintahan* 1(2):862–74.

Ariyadi Nugroho, Susilo, and Rudiarto Iwan. 2014. "Analisis Tingkat Resiko Erupsi Gunung Merapi Terhadap Permukiman Di Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten." *Jurnal Teknik PWK* 3(1):34–49.

Muhammad Reza, Aristo. 2023. "Pengaruh Faktor Kerentanan Fisik Dan Sosial Akibat Erupsi Gunung Merapi Terhadap Ketercapaian SDGS Dan IRBI." *JURNAL TEKNOSAINS* 12(2):177–90.

Pandia, Stenfri Loy, Rini Rachmawati, Estuning Tyas, and Wulan Mei. 2016. "Relokasi Permukiman Desa Suka Meriah Akibat Kejadian Erupsi Gunung Api Sinabung Kabupaten Karo." *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota* 27(2):137–50. doi: 10.5614/jrcp.2016.27.2.5.

Rahayu, Rahayu, Ariyanto Dwi Priyo, Komariah Komariah, and Hartati Sri. 2014. "Dampak Erupsi Gunung Merapi Terhadap Lahan Dan Upaya-Upaya Pemulihannya." *Caraka Tani: Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian* XXIX(1):61–72.

Safitri, Diwya. 2010. "Kajian Dampak Erupsi Merapi Terhadap Perubahan Penghidupan Masyarakat Tani Desa Ngargomulyo Untuk Pengembangan Konsep Sister Village Dalam Manajemen Bencana."

Siti, Haeriah, Nugraha Arief Laila, and Sudarsono Bambang. 2018. "Analisis Kerentanan Pada Wilayah Permukiman Akibat Bencana Erupsi Gunung Merapi (Studi Kasus : Kabupaten Sleman)." *Jurnal Geodesi Undip* 7(April):65–74.

Timur, BPS Kabupaten Flores. 2025. "Flores Timur Dalam Angka 2025." *Badan Pusat Statistik* 01.

# UJI KINERJA TEKNOLOGI MESIN *VACUUM FRYING*

Nely Ana Mufarida, S.T., M.T.<sup>6</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Jember)

*“Uji kinerja mesin vacuum frying dilakukan untuk mengetahui efisiensi, hasil produk, dan kualitas penggorengan rendah minyak serta renyah”*

**D**i era modern saat ini, permintaan masyarakat terhadap makanan ringan yang sehat dan berkualitas semakin meningkat. Salah satu inovasi teknologi yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah penggunaan mesin vacuum frying atau penggorengan vakum. Teknologi ini merupakan terobosan penting dalam industri pengolahan makanan, khususnya dalam memproduksi keripik buah dan sayur dengan kualitas lebih baik dibandingkan metode penggorengan konvensional. Mesin vacuum frying mampu menggoreng bahan makanan pada suhu lebih rendah dalam kondisi vakum, sehingga dapat menjaga kandungan gizi, warna, dan rasa alami bahan baku serta menghasilkan produk dengan kadar minyak lebih rendah.

Uji kinerja terhadap mesin vacuum frying sangat penting dilakukan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas alat ini dalam

---

<sup>6</sup> Penulis lahir di Situbondo, 22 April 1977, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember, menyelesaikan studi S1 di Universitas Muhammadiyah Malang tahun 1999, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang tahun 2004.

menghasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu pangan. Beberapa aspek yang perlu dievaluasi dalam uji kinerja ini antara lain efisiensi penggunaan energi, lama proses penggorengan, kapasitas produksi, kadar air dan minyak pada produk akhir, serta daya tahan mesin terhadap penggunaan berulang. Penilaian kinerja mesin tidak hanya berkaitan dengan output produk, tetapi juga menyangkut aspek ekonomis dan ergonomis dalam penggunaannya. Selain untuk industri skala besar, mesin *vacuum frying* kini juga mulai banyak digunakan di skala industri kecil dan menengah (IKM). Oleh karena itu, pemahaman yang baik terhadap kinerja teknologi ini akan memberikan dampak signifikan terhadap keberhasilan produksi dan keberlanjutan usaha. Dengan melakukan uji kinerja secara komprehensif, pelaku industri pangan dapat menentukan parameter operasi terbaik, menekan biaya produksi, serta menghasilkan produk unggulan yang memiliki daya saing di pasar lokal maupun internasional.

Pengolahan makanan menjadi tantangan tersendiri dalam industri pangan modern, khususnya dalam menjawab kebutuhan masyarakat akan makanan ringan yang sehat, rendah lemak, dan tetap memiliki rasa yang lezat. Salah satu teknologi yang mulai berkembang dan menjawab tantangan tersebut adalah teknologi penggorengan vakum atau *vacuum frying*. Teknologi ini memungkinkan proses penggorengan dilakukan dalam kondisi tekanan rendah, sehingga suhu penggorengan dapat diturunkan tanpa mengorbankan kualitas produk akhir. Dengan cara ini, produk yang dihasilkan memiliki kadar minyak lebih rendah, warna yang lebih alami, serta rasa dan nutrisi yang lebih terjaga.

*Vacuum frying* menjadi salah satu alternatif tepat guna yang mampu meningkatkan kualitas dan nilai jual produk olahan hasil pertanian seperti buah dan sayuran. Teknologi ini sangat relevan untuk diterapkan di sektor industri kecil dan menengah (IKM), terutama di daerah penghasil hortikultura seperti Jember, yang

memiliki potensi besar dalam produksi buah seperti nangka, apel, pisang, dan salak. Namun, agar teknologi ini bisa diadopsi secara lebih luas, perlu dilakukan uji kinerja menyeluruh untuk mengetahui sejauh mana efektivitas dan efisiensi mesin vacuum frying dalam kondisi operasional nyata.

Tujuan dari uji kinerja ini adalah untuk mengevaluasi performa teknis mesin vacuum frying, mencakup efisiensi energi, kestabilan suhu dan tekanan, kapasitas produksi, serta mutu produk yang dihasilkan. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi pemanfaatan teknologi bagi pelaku usaha kecil, serta menjadi bahan evaluasi dalam pengembangan mesin lebih lanjut. Manfaat yang diharapkan tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari aspek ekonomi, lingkungan, dan kesehatan konsumen. Mesin vacuum frying yang diuji memiliki spesifikasi kapasitas 5 kg per batch, sistem pemanas listrik, dan pompa vakum dengan kemampuan mencapai tekanan 600 mmHg.

Metodologi uji dilakukan dalam beberapa tahap sistematis. Pertama, persiapan dilakukan dengan mengecek kondisi mesin, kalibrasi alat ukur seperti termometer digital, manometer vakum, dan alat pengukur kadar air serta minyak. Bahan baku berupa nangka segar dipilih karena merupakan komoditas lokal yang sering dijadikan keripik. Buah nangka dikupas, dibersihkan, dan dipotong dalam ukuran seragam untuk menjaga keseragaman hasil. Proses penggorengan dilakukan dengan suhu 85°C dan tekanan sekitar 650 mmHg selama 60 menit. Selama proses berlangsung, dicatat parameter seperti waktu mencapai vakum, kestabilan suhu, konsumsi daya listrik, serta waktu total pengolahan.

Hasil uji menunjukkan bahwa mesin dapat beroperasi dengan stabil. Suhu penggorengan dapat dicapai dalam waktu sekitar 15 menit, dan tekanan vakum stabil dalam 8–10 menit setelah pompa diaktifkan. Konsumsi listrik tercatat sekitar 2,5 hingga 3,2 kWh

per sesi, tergantung lama pemanasan dan pendinginan. Kapasitas produksi optimal tercapai pada jumlah 5 kg bahan segar, yang setelah proses menghasilkan sekitar 1,2–1,5 kg keripik kering, tergantung kadar air bahan baku. Efisiensi konversi mencapai 25–30%, suatu nilai yang cukup baik untuk produksi keripik buah.

Mutu produk diuji secara fisik dan kimia. Kadar air produk akhir berkisar 2,3–3,5%, sesuai dengan standar SNI untuk keripik buah. Kadar minyak produk hanya 15–18%, jauh lebih rendah dibanding penggorengan konvensional yang bisa mencapai 30% lebih. Uji organoleptik melibatkan 15 panelis dan menunjukkan bahwa 87% panelis menyukai kerenyahan, rasa, dan aroma produk vacuum frying dibanding keripik biasa. Uji warna menggunakan alat colorimeter menunjukkan nilai  $L^*$  tinggi (kecerahan), dengan sedikit penurunan  $a^*$  dan  $b^*$  yang menandakan bahwa warna alami bahan tetap terjaga. Tekstur produk yang diuji dengan texture analyzer juga menunjukkan kekuatan patah yang rendah, artinya produk memiliki kerenyahan optimal namun tetap mudah dikunyah.

Secara ekonomi, bila mesin dioperasikan 4 kali per hari dengan output 6 kg keripik dan harga jual Rp100.000/kg, maka potensi pendapatan kotor bisa mencapai Rp600.000/hari. Setelah dikurangi biaya listrik, bahan baku, dan tenaga kerja, margin keuntungan bersih dapat mencapai 30–40%. Ini sangat prospektif bagi pelaku IKM. Selain itu, produk vacuum frying yang sehat memiliki potensi pasar lebih luas, termasuk untuk konsumen dengan preferensi makanan sehat atau dengan kebutuhan diet rendah minyak.

Teknologi ini juga mendukung prinsip keberlanjutan (*sustainability*). Proses vakum menghasilkan lebih sedikit asap dan limbah minyak, serta mengurangi pembentukan senyawa berbahaya akibat suhu tinggi seperti akrilamida. Hal ini sejalan dengan tren global industri pangan yang lebih ramah lingkungan

dan berfokus pada produk sehat. Teknologi vacuum frying juga membantu mengurangi ketergantungan pada proses penggorengan tradisional yang boros energi dan tidak konsisten dari segi kualitas.

Dari uji ini bahwa mesin vacuum frying mampu bekerja dengan baik dalam kondisi operasional nyata. Mesin menunjukkan efisiensi energi, kestabilan kerja, dan kemampuan menghasilkan produk berkualitas tinggi. Keripik hasil penggorengan vakum memiliki kadar minyak rendah, warna dan rasa alami, serta tekstur yang renyah. Hal ini menjadikan vacuum frying sebagai solusi teknologi tepat guna untuk IKM pengolahan pangan di daerah. Uji ini juga menunjukkan bahwa mesin dapat menjadi alat produksi yang mendukung usaha berkelanjutan, kesehatan konsumen, dan pelestarian lingkungan.

Saran ke depan, pengujian lebih lanjut perlu dilakukan terhadap berbagai jenis bahan baku agar diperoleh parameter operasional yang lebih lengkap. Selain itu, pelatihan bagi operator sangat penting agar mesin digunakan secara optimal. Perawatan berkala juga perlu diperhatikan, khususnya pada sistem vakum dan pemanas, karena komponen ini cukup sensitif dan menentukan keberhasilan proses. Bila dilakukan dengan baik, teknologi vacuum frying ini akan mendorong pertumbuhan usaha kecil di bidang pengolahan makanan sehat dan memberikan dampak sosial ekonomi positif bagi masyarakat.

Berdasarkan hasil uji kinerja yang telah dilakukan terhadap mesin vacuum frying, dapat disimpulkan bahwa teknologi ini merupakan inovasi yang sangat potensial dalam industri pengolahan pangan, khususnya untuk produk keripik buah dan sayur. Mesin mampu bekerja secara efisien dan stabil, baik dari segi suhu pemanasan, tekanan vakum, maupun waktu proses. Konsumsi energi relatif moderat dan sesuai untuk penggunaan di tingkat industri kecil dan menengah (IKM). Selain itu, mesin ini

terbukti mampu menghasilkan produk dengan kualitas tinggi — ditunjukkan oleh kadar minyak yang rendah, warna alami yang terjaga, kerenyahan yang optimal, serta rasa dan aroma yang disukai konsumen.

Kapasitas mesin yang mencapai 5 kg per batch dengan konversi hasil sekitar 25–30% menunjukkan efisiensi produksi yang baik. Hasil ini dapat menjadi peluang bagi pelaku usaha kecil untuk meningkatkan daya saing produk lokal melalui pengolahan pangan bernilai tambah. Uji ini juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi vacuum frying dapat mendukung prinsip keberlanjutan dan kesehatan, mengingat produk akhir yang dihasilkan lebih rendah lemak dan lebih sehat dibanding produk gorengan biasa. Namun demikian, terdapat beberapa catatan penting sebagai saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, perlu dilakukan uji berkelanjutan terhadap jenis bahan baku lain agar mesin lebih fleksibel dan aplikatif. Kedua, pemeliharaan mesin secara rutin sangat penting agar performa tetap stabil, mengingat sistem vakum dan pemanas cukup sensitif terhadap kerusakan mekanis. Ketiga, perlu adanya pelatihan teknis kepada operator agar pengoperasian mesin lebih optimal dan efisien.

Secara keseluruhan, uji kinerja ini menunjukkan bahwa teknologi vacuum frying sangat layak diterapkan pada skala IKM maupun kelompok masyarakat yang ingin mengembangkan usaha makanan ringan sehat. Selain memberikan nilai ekonomi, penerapan teknologi ini juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas konsumsi pangan masyarakat dan pengurangan limbah minyak dari metode penggorengan konvensional.

Vacuum frying merupakan teknologi pengolahan makanan dengan prinsip tekanan rendah sehingga memungkinkan penggorengan pada suhu rendah untuk menjaga mutu produk. Penelitian ini bertujuan menguji performa mesin vacuum frying

kapasitas 5 kg dalam pengolahan keripik nangka. Metode pengujian mencakup pengukuran suhu, tekanan, konsumsi daya, dan kualitas produk (kadar air, minyak, tekstur, dan uji organoleptik). Hasil menunjukkan mesin beroperasi stabil dengan suhu 85°C dan tekanan 650 mmHg. Produk akhir memiliki kadar minyak 15–18% dan kadar air 2,5–3,5%, serta disukai secara sensoris.

# PENGENALAN ISPS CODE (KETENTUAN INTERNASIONAL TENTANG KEAMANAN DI ATAS KAPAL & FASILITAS PELABUHAN

Ir. Danny Faturachman, M.T.<sup>7</sup>  
(Universitas Darma Persada)

*“The International Shipping and Port Facility (ISPS) Code, introduced by the International Maritime Organization (IMO) in December 2002, establishes an international framework between governments, local administrations, shipping, and port industries in a bid to enhance maritime security.”*

Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) melalui *International Maritime Organization* (IMO) atau Organisasi Maritim Internasional sejak lama menyadari kelemahan pada kapal-kapal untuk dibajak atau disandera para teroris. *Safety of Life at Sea (SOLAS)* atau Peraturan Keselamatan Jiwa di Laut tahun 1974 *Chapter XI* adalah respon terhadap kemungkinan di atas, namun dampak yang begitu dahsyat dari serangan teroris terhadap gedung kembar *World Trade Centre* (WTC) di New York, AS pada 11 September 2001 telah menyentak dunia dan mengilhami IMO untuk segera merevisi SOLAS *Chapter XI* dengan memisahkan pemahaman mengenai keselamatan (*safety*) dan kemanan (*security*) dan memasukkan keamanan fasilitas pelabuhan dalam lingkup

---

<sup>7</sup> Penulis lahir di Jakarta, merupakan dosen Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada, penulis menyelesaikan gelar Ir di Universitas Darma Persada tahun 1993, dan gelar Master of Teknologi diselesaikan di Univerity Malaysia Pahang tahun 2014.

kemaritiman. *Chapter XI* yang lama diubah dan ditambah menjadi *Chapter XI-1* yang menyangkut tindakan-tindakan khusus untuk memperbaiki keselamatan maritim (*special measures to enhance maritime safety*), dan *Chapter* baru *XI-2* yang menyangkut tindakan-tindakan khusus untuk memperbaiki keamanan maritim (*special measures to enhance maritime security*). *The International Shipping and Port Facility (ISPS) Code* atau Ketentuan Internasional tentang Keamanan di atas Kapal & Fasilitas Pelabuhan disusun tersendiri dalam merespons kemungkinan terjadinya serangan atau digunakannya kapal serta fasilitas pelabuhan oleh teroris, dan menjadi bagian utama yang tidak terpisahkan dari SOLAS *Chapter XI-2*.

Aturan ini sebenarnya bermula ketika pada bulan Desember 2002 di London, diadakan pertemuan yang disebut *Diplomatic Conference* yang dihadiri 162 negara anggota IMO yang membahas keamanan maritim. Pertemuan itu menghasilkan kesepakatan negara-negara anggota untuk menyetujui ketentuan baru dalam SOLAS 1974, yang disebut ISPS Code tahun 2002. Indonesia sebagai salah satu negara anggota IMO tentu saja berkewajiban untuk melaksanakan ketentuan ketentuan itu. Pemerintah Indonesia sebagai salah satu negara anggota IMO dan penandatangan penerapan ISPS Code diperkenankan memberi kuasa kepada pihak ketiga yang diakui selaku *Recognized Security Organization (RSO)* untuk menjalankan kegiatan yang terkait dengan keamanan pada kapal, pelabuhan dan *Mobile Offshore Drilling Units (MODU)* atau Unit Pengeboran Lepas Pantai Berpindah.

ISPS Code terdiri dari: 1) Part A berisi 19 butir pasal (*section*) mengenai ketentuan-ketentuan yang harus diikuti atau bersifat wajib/ *mandatory*.

Part B berisikan pedoman/petunjuk pelaksanaan serta penjelasan atas semua ketentuan yang ada di part A. 2) Part B ini

bersifat *recommendatory* atau saran, kecuali untuk pemerintah AS dan Badan Klasifikasi anggota *International Association of Classification Society* (IACS) atau Asosiasi Badan Klasifikasi Internasional yang telah memutuskan untuk memberlakukannya sebagai keharusan untuk diikuti atau bersifat *mandatory*.

Tujuan ISPS Code: 1) Menggalang kerja sama internasional yang melibatkan negara-negara anggota IMO (*contracting government*), pemerintah dan Negara Bendera Kapal (*Flag State Aviation*) industri-industri perkapalan untuk mendeteksi ancaman-ancaman terhadap keamanan (*security threats*) dan mengambil langkah-langkah pencegahan agar tidak timbul kejadian-kejadian yang mengganggu keamanan; 2) Memberikan peran dan tanggung jawab pada institusi yang telah disebut dalam butir di atas untuk memberikan jaminan keamanan maritim pada tingkat nasional maupun internasional; 3) Memastikan pengumpulan dan pertukaran informasi-informasi yang berkaitan dengan keamanan dilakukan secara dini dan efisien; 4) Memberikan sebuah metodologi untuk melakukan penilaian-penilaian mengenai keamanan (*security assessments*) sehingga dapat dibuat rencana-rencana serta prosedur-prosedur untuk bereaksi terhadap perubahan-perubahan tingkat siaga keamanan (*security level*) yang terjadi; 5) Memberikan keyakinan bahwa ada tindakan-tindakan pengamanan maritim yang cukup memadai di tempat-tempat yang diperlukan.

Istilah-istilah pada ISPS Code:

1. *Ship Security Plan (SSP)*: sebuah manual atau buku petunjuk yang dirancang sebagai pedoman bagi nakhoda dan Anak Buah Kapal (ABK) dalam melakukan tindakan-tindakan pengamanan di atas kapal yang direncanakan untuk melindungi manusia yang berada di atas kapal, muatan, satuan-satuan pengangkut muatan (*cargo transport units*),

perbekalan kapal (*ship's stores*) dan kapal sendiri terhadap risiko-risiko terjadinya gangguan keamanan (*risks of a security incidents*);

2. *Port Facility Security Plan* (PFSP), sebuah manual atau buku petunjuk yang dirancang bagi para pengelola pelabuhan dalam melakukan tindakan-tindakan pengamanan untuk melindungi fasilitas pelabuhan serta kapal-kapal yang sedang berada di pelabuhan, manusia-manusia yang berada di pelabuhan, muatan kapal, satuan-satuan pengangkut muatan dan perbekalan kapal yang berada di pelabuhan terhadap risiko-risiko terjadinya gangguan keamanan;
3. *Ship Security Officer* (SSO) adalah sebuah jabatan di atas kapal untuk seorang perwira yang diangkat oleh perusahaan pelayaran untuk menangani persoalan-persoalan yang menyangkut keamanan di atas kapal, termasuk pelaksanaan serta pemeliharaan SSP dan sebagai perwira penghubung dengan *Company Security Officer* (CSO) dan *Port Facility Security Officer* (PFSO). SSO bertanggung jawab langsung kepada nakhoda;
4. *Company Security Officer* (CSO) adalah seorang perwira atau staf di perusahaan pelayaran yang diberi tugas khusus untuk menangani hal-hal yang menyangkut persoalan keamanan di setiap kapal dalam armada perusahaan.

Tugas-tugas tersebut antara lain adalah: 1) Melakukan penilaian keamanan pada setiap kapal dalam armada perusahaan (*ship security assesment*); 2) Menyusun SSP untuk setiap kapal dalam armada perusahaan; 3) Mengirimkan SSP untuk disahkan (*approved*) oleh pejabat negara bendera yang berwenang atau organisasi lain seperti badan klasifikasi kapal yang diberi wewenang; 4) Menempatkan hanya *approved* SSP di setiap kapal sesuai dengan peruntukannya; 5) SSP dilaksanakan dan dipelihara

di setiap kapal (*implemented and maintained*). CSO adalah petugas yang diberi wewenang oleh perusahaan untuk menghubungi perwira-perwira yang bertanggung jawab terhadap keamanan fasilitas pelabuhan (PFSOs) dan SSO di setiap kapal dalam amada perusahaan; 6) *Port Facility Security Officer* (PFSO) adalah seorang perwira atau pejabat dari otorita pelabuhan (negara atau swasta) yang diberi tugas atau tanggung jawab untuk melakukan penyusunan (*development*), pelaksanaan (*implementation*), perubahan-perubahan (*revision*) serta pemeliharaan (*maintenance*) dari PFSP. PFSO juga diberi wewenang untuk berhubungan dengan CSOs maupun SSOs; 7) *Designated Authority* (DA) adalah organisasi atau departemen yang ada di dalam sebuah negara anggota IMO (*Contracting Government*) yang bertanggung jawab untuk memastikan bahwa ketentuan-ketentuan yang ada di dalam ISPS Code yang berkenaan dengan keamanan fasilitas pelabuhan dan *ship/ port interface* (tempat- tempat kapal sandar) dari sudut pandang fasilitas pelabuhan sudah dilaksanakan; 8) *Security Level 1* (Siaga 1): adalah suatu tingkat keadaan bahaya/ tidak aman (di atas kapal atau di pelabuhan) paling rendah, yang memerlukan tindakan-tindakan perlindungan keamanan minimum yang tepat terhadap ancaman keamanan yang harus dipertahankan sepanjang waktu (*minimum appropriate security measures shall be maintained at all times*); 9) *Security Level 2* (Siaga 2): adalah suatu tingkat keadaan bahaya/ tidak aman (di atas kapal maupun di pelabuhan) yang memerlukan tindakan-tindakan perlindungan keamanan tambahan sebagai akibat dari meningkatnya resiko ancaman keamanan karena adanya kejadian yang mengganggu keamanan (*security incident*); 10) *Security Level 3* (Siaga 3); adalah suatu tingkat keadaan bahaya/ tidak aman (di atas kapal atau di pelabuhan) yang paling tinggi, memerlukan yang tindakan-tindakan perlindungan keamanan yang lebih ketat/khusus yang harus dipertahankan selama terjadinya gangguan keamanan yang

diperkrakan akan berlangsung atau sungguh sungguh akan terjadi, walaupun target gangguan keamanan belum dapat dipastikan.

Institusi yang terkena ISPS Code serta konsekuensinya: 1) Semua negara penandatangan Konvensi SOLAS (*Contracting Government*) Negara ini harus menentukan departemen atau lembaga dalam pemerintahannya (*administration*) yang ditunjuk untuk diberi kuasa dan bertanggung jawab terhadap pelaksanaan SOLAS *Chapter X-2/ISPS Code* dan menentukan organisasi atau departemen mana yang akan ditunjuk sebagai DA; 2) Kapal-kapal penumpang (termasuk kapal kecil pengangkut penumpang berkecepatan tinggi) yang berlayar di perairan internasional; 3) Kapal-kapal barang (termasuk kapal kecil pengangkut barang berkecepatan tinggi dengan gross ton 500 ke atas yang berlayar di perairan internasional; 4) Kapal-kapal atau unit-unit yang dapat bergerak untuk pengeboran minyak lepas pantai yang beroperasi di perairan internasional (MODU); 5) Perusahaan pelayaran yang mengelola kapal-kapal yang termasuk kategori nomor 2-4 di atas. 6) Fasilitas-fasilitas pelabuhan yang melayani kegiatan bongkar muat barang maupun penumpang dari kapal-kapal yang berlayar melewati perairan internasional.

Dengan memperhatikan bahan penerapan ISPS Code telah disepakati oleh seluruh anggota IMO di dunia, maka bila kapal atau fasilitas pelabuhan di Indonesia tidak menerapkan peraturan ini, akan menghadapi resiko yang sangat buruk khususnya di bidang ekonomi. Bila Indonesia tidak serius menerapkan peraturan ini, beberapa resiko terburuk yang bisa dihadapi adalah tidak adanya kapal-kapal asing yang akan memasuki pelabuhan di Indonesia, selain kapal-kapal berbendera Indonesia yang akan melayani pelayaran internasional tidak akan diterima di pelabuhan luar negeri.

## **Daftar Pustaka**

Bahan-bahan Diklat ISPS Code Pertamina. Jakarta.

Harsono. 2006. Bahan Seminar ISM & ISPS Code. Jakarta: FTK UNSADA.

Ocean Week. 2004. The 8th Institution for RSO Of ISPS Code. Jakarta.

\_\_\_\_\_ 2004. Indonesia's Facing ISPS Bottleneck. Jakarta.

# LEBIH DARI SEKADAR MESIN: STRATEGI PENGUATAN *SOFT SKILLS* DALAM PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF

Dodi Seprinaldi, S.Pd., Gr.<sup>8</sup>  
(SMK N 4 Takengon)

*“Di era Revolusi Industri 4.0 dan menuju Society 5.0, dunia kerja menuntut lulusan yang tidak hanya menguasai keterampilan teknis (hard skills) tetapi juga memiliki kemampuan non-teknis (soft skills) yang kuat”*

**D**i tengah pesatnya perkembangan teknologi dan transformasi industri, pendidikan teknik otomotif menghadapi tantangan besar. Tidak lagi cukup bagi lulusan hanya menguasai keterampilan teknis seperti membongkar mesin atau mendiagnosis kerusakan kendaraan. Dunia kerja kini menuntut lebih. *Soft skills*-keterampilan non-teknis seperti komunikasi, etos kerja, kerja sama tim, dan kepemimpinan, menjadi aspek krusial yang menentukan kesuksesan seseorang di dunia profesional.

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa banyak kegagalan karyawan baru bukan disebabkan oleh lemahnya keterampilan teknis, melainkan oleh rendahnya kemampuan berkomunikasi, beradaptasi, dan bekerja dalam tim. Hal ini didukung dengan banyaknya studi yang menunjukkan bahwa kegagalan tenaga kerja baru bukan karena lemahnya *hard skills*, melainkan karena kurangnya *soft skills* (Hasan, 2024; Firmansyah & Soeharto, 2024).

---

<sup>8</sup> Penulis lahir di Koto Tuo, 11 September 1989, merupakan Guru Otomotif di SMK N 4 Takengon, menyelesaikan studi S1 di FT UNP tahun 2011.

Ini menunjukkan bahwa pengembangan karakter dan kecakapan sosial menjadi sama pentingnya dengan penguasaan mesin. Pendidikan teknik otomotif harus bertransformasi: tidak hanya mencetak teknisi handal, tetapi juga individu yang cakap secara sosial dan emosional. Di sinilah pentingnya penguatan *soft skills* sebagai bagian integral dari proses pendidikan vokasi.

### **Urgensi *Soft Skills* dalam Pendidikan Teknik Otomotif**

Perubahan lanskap industri otomotif menuntut paradigma baru dalam pendidikan. Kini, lulusan tidak hanya dihadapkan pada mesin konvensional, tetapi juga pada kendaraan listrik, sistem elektronik canggih, dan tuntutan pelayanan pelanggan yang lebih kompleks. Semua itu menuntut keterampilan komunikasi, *problem solving*, dan etika kerja yang kuat. Menurut Weba Solutions (2025), industri otomotif global kini lebih menekankan kolaborasi tim, kemampuan menyampaikan solusi, dan orientasi pelanggan sebagai indikator kinerja karyawan yang baik.

Di Indonesia, Firmansyah dan Soeharto (2024) menegaskan bahwa strategi pembelajaran praktik di SMK harus dirancang agar siswa tidak hanya belajar secara teknis, tetapi juga melatih kemampuan berinteraksi dan mengambil tanggung jawab secara kolektif.

*Soft skills* bukan sekadar pelengkap, melainkan nilai tambah yang menjadikan seorang teknisi lebih kompetitif di pasar kerja. Dalam dunia yang semakin terotomatisasi, kemampuan berinteraksi secara manusiawi justru menjadi pembeda. Lulusan yang mampu mendengarkan pelanggan dengan empati, bekerja sama secara efektif dalam tim, dan menunjukkan inisiatif dalam memecahkan masalah akan lebih dihargai oleh dunia usaha dan industri.

## **Jenis-Jenis *Soft Skills* yang Relevan**

Beberapa jenis soft skills sangat relevan dalam konteks pendidikan teknik otomotif. Di antaranya adalah:

1. **Komunikasi efektif**, yang penting saat menjelaskan masalah teknis kepada pelanggan atau tim;
2. **Kerja sama tim**, terutama dalam proyek praktik bengkel;
3. **Etos kerja**, seperti disiplin, tanggung jawab, dan integritas;
4. **Problem solving**, dalam mendiagnosis kerusakan secara cepat dan tepat;
5. **Adaptabilitas**, karena teknologi otomotif terus berkembang;
6. serta **layanan pelanggan**, sebagai aspek penting dalam bengkel modern.

Keterampilan-keterampilan ini perlu dikembangkan sejak dini agar menjadi bagian dari karakter peserta didik. Studi oleh Maryani dan Jatmoko (2023) menunjukkan bahwa magang industri secara signifikan meningkatkan soft skills mahasiswa teknik otomotif, terutama dalam aspek tanggung jawab dan komunikasi.

## **Strategi Integrasi Soft Skills dalam Pembelajaran**

Untuk menjawab tantangan tersebut, pendidikan otomotif harus mengintegrasikan *soft skills* secara sistematis dalam pembelajaran. Ada beberapa strategi yang bisa dilakukan:

Pertama, pengintegrasian dalam kurikulum. *Soft skills* dapat dimasukkan dalam unit kompetensi yang sudah ada, dengan menyisipkan indikator yang mengukur perilaku seperti komunikasi tim, tanggung jawab, atau kepemimpinan selama praktik bengkel. Misalnya: "Melakukan pemeriksaan sistem rem sambil mengoordinasikan tugas dengan rekan kerja." Kurikulum tidak hanya fokus pada hasil kerja, tetapi juga proses interaksi. Pendekatan ini terbukti efektif dalam mengembangkan rasa tanggung jawab dan inisiatif (Firmansyah & Soeharto, 2024).

Kedua, menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual, seperti *Project-Based Learning* dan *Teaching Factory*. Pendekatan ini memberi ruang bagi siswa untuk berkolaborasi, mengelola waktu, berkomunikasi, dan memecahkan masalah dalam situasi nyata.

Ketiga, penilaian berbasis *soft skills*, menggunakan rubrik yang mencakup aspek non-teknis. Penilaian ini dapat dilakukan melalui observasi, refleksi diri, atau peer assessment, yang semuanya memperkuat kesadaran peserta didik akan pentingnya perilaku positif. Rubrik penilaian dapat mencakup indikator seperti: “mampu menyampaikan pendapat dengan sopan,” “aktif dalam diskusi kelompok,” dan “tepat waktu dalam menyelesaikan tugas.” Penilaian reflektif dan antar teman (*peer assessment*) dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran diri siswa.

Keempat, peran guru sangat penting. Guru bukan hanya pengajar, tetapi juga model perilaku. Konsistensi guru dalam menunjukkan empati, kepemimpinan, dan komunikasi yang baik akan menjadi teladan langsung bagi siswa. Islamuddin (2024) menekankan pentingnya pelatihan guru dalam menyisipkan nilai-nilai karakter selama proses pembelajaran. Konsistensi guru dalam bersikap profesional akan menjadi contoh langsung bagi siswa.

### **Praktik Baik dalam Penguatan *Soft Skills***

Beberapa sekolah vokasi dan lembaga pelatihan telah menerapkan praktik-praktik yang berhasil mengembangkan *soft skills* siswa. Misalnya, simulasi pelayanan pelanggan (*Teaching Factory Berbasis Pelayanan Nyata*) di lingkungan bengkel sekolah dapat melatih siswa dalam komunikasi dan empati. Program magang industri juga memberikan pengalaman langsung tentang pentingnya disiplin, kerja tim, dan tanggung jawab profesional.

Ada pula pelatihan khusus *soft skills* yang dilaksanakan dalam bentuk workshop, seminar, atau mentoring dimana sekolah-

sekolah mulai mengadakan pelatihan seperti *public speaking*, *conflict management*, dan *team building* sebagai bagian dari kurikulum tersembunyi. Magang Industri menurut Maryani dan Jatmoko (2023) dapat membantu siswa memahami budaya kerja dan mengembangkan sikap tanggung jawab profesional. Selain itu, kolaborasi lintas jurusan seperti otomotif dengan multimedia (untuk membuat materi promosi digital bengkel) dapat melatih kerja tim dan kreativitas. Kegiatan ini menjadi ruang pembelajaran tambahan di luar kegiatan bengkel, yang memperkuat karakter dan kesiapan kerja peserta didik.

## **Tantangan dan Solusi**

Tentu, ada berbagai tantangan dalam mengimplementasikan strategi ini. Fokus pembelajaran yang masih dominan teknis membuat aspek *soft skills* sering terabaikan. Selain itu, tidak semua guru terbiasa menilai atau melatih keterampilan non-teknis. Solusinya, perlu dilakukan pelatihan guru dalam desain pembelajaran dan penilaian berbasis *soft skills*. Edukasi kepada peserta didik tentang pentingnya perilaku profesional juga penting dilakukan sejak awal. Dengan pendekatan bertahap dan konsisten, perubahan ini bisa terwujud. Menurut Automotive Skills Alliance (2024), integrasi *soft skills* sangat penting untuk menghadapi transformasi digital dan ekosistem hijau di industri otomotif Eropa tantangan serupa juga dihadapi Indonesia.

Pendidikan teknik otomotif harus bertransformasi dari sekadar pengajaran keterampilan teknis menjadi proses pendidikan yang holistik. *Soft skills* adalah kunci untuk mencetak lulusan yang siap kerja, adaptif, dan profesional. Dengan mengintegrasikan strategi penguatan *soft skills* dalam kurikulum, metode pembelajaran, dan budaya sekolah, kita dapat mencetak teknisi masa depan yang tidak hanya tangguh di hadapan mesin, tetapi juga unggul dalam interaksi manusia. Karena sesungguhnya, dalam dunia otomotif modern, menjadi teknisi yang hebat adalah tentang lebih dari

sekadar mesin melainkan tentang karakter, sikap, dan nilai-nilai kemanusiaan yang menyertainya.

## **Daftar Pustaka**

Hasan, M. F. M. (2024). Pengaruh Soft Skills terhadap Kesiapan Kerja Siswa Teknik Otomotif. *Thesis*. UPI Repository.

Firmansyah, A. & Soeharto. (2020). Implementation of Soft Skills on Automotive Engineering Practicum of State Vocational High Schools in West Lombok Regency. *Jurnal Pendidikan Vokasi*. Vol. 10 No 2

Maryani, T. & Jatmoko, D. (2024). Analisis Praktik Kerja Industri dan Magang Industri Terhadap Peningkatan Soft Skill Mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Purworejo. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Vokasi*. Vo. 1 No. 1

Islamuddin, M. (2024). Penguatan Soft Skills melalui Pelatihan untuk Guru SMK. *Jurnal KhidmatMu*.

Weba Solutions. (2025). *Soft Skills in the Automotive Industry*. Weba.solutions.

Today's Class. (2023). Training Enhances Interpersonal Skills in Auto Industry. *Todaysclass.com*.

Automotive Skills Alliance (ASA). (2024). *Innovation in Automotive Skills Development*. *automotive-skills-alliance.eu*

# INOVASI MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN: BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI SEMEN PORTLAND

Rima Sri Agustin, S.T., M.T.<sup>9</sup>  
(Universitas Sebelas Maret – Surakarta)

*“Beton Geopolimer Dengan Variasi Rasio Sodium Silicate/Sodium Hydroxide Ditinjau Dari Workability Dan Kuat Tekan”*

Pembangunan infrastruktur yang pesat di berbagai negara, termasuk Indonesia, mendorong peningkatan konsumsi material konstruksi, terutama beton. Beton dikenal sebagai material komposit yang unggul dalam kekuatan tekan, ketersediaan bahan, serta kemudahan pembuatannya. Namun, produksi beton konvensional sangat bergantung pada semen Portland. Jumlah kebutuhan semen Portland terus meningkat, mengakibatkan produksi semen Portland juga mengalami kenaikan yang signifikan. Menurut data dari Asosiasi Semen Indonesia, konsumsi semen Portland di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 64 juta ton dan akan mengalami kenaikan di setiap tahunnya.

Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa setiap ton klinker semen Portland, menghasilkan 1,5 hingga 10 kg NOx. Pada tahun

---

<sup>9</sup> Penulis merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan (PTB), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Universitas Sebelas Maret (UNS). Penulis juga aktif sebagai asesor pada Lembaga Sertifikasi Profesi (LSP) UNS Okupasi Ahli Teknik Bangunan Gedung.

2000, produksi klinker semen di seluruh dunia sekitar 1,5 miliar ton, itu berarti bahwa antara 23 hingga 136 B kg NOx dilepaskan ke atmosfer (Malhotra, 2004). Sedangkan pada proses produksi 1 ton semen Portland menghasilkan 0,613 ton CO<sub>2</sub> (Zainudeen & Jeyamathn, 2004). Hal ini tidak boleh dibiarkan, CO<sub>2</sub> dan NOx yang dilepaskan ke atmosfer harus dikurangi, maka industri beton harus mengembangkan bahan lain untuk menggantikan semen Portland (Naik T R, 2016).

Geopolimer adalah salah satu alternatif solusinya. Geopolimer adalah material yang didapatkan dari proses geosintesis alumino silikat polimerik dan alkali-silikat yang kemudian menghasilkan polimer SiO<sub>4</sub> dan AlO<sub>4</sub> yang terikat secara tetrahedral. Geopolimer dapat disintesis dengan mencampurkan bahan *alumino-silikat* reaktif dengan alkali aktivator untuk meningkatkan reaksi polimerisasi. Pada reaksi polimerisasi ini, *alumina* (Al) dan *silica* (Si) mempunyai peranan yang penting karena apabila keduanya dicampurkan dengan alkali akan menghasilkan AlO<sub>4</sub> dan SiO<sub>4</sub>. Reaksi polimerisasi ini menjadikan geopolimer berpotensi menjadi alternatif pengganti semen portland sebagai bahan perekat pada campuran beton (Davidovits Joseph, 2008), (Provis J L & van Deventer J S J, 2009).

Beton geopolimer memanfaatkan material yang memiliki kandungan silika dan alumina yang kemudian disebut sebagai precursor (Rangan et al., 2014). Unsur-unsur ini banyak didapati diantaranya pada material hasil sampingan industri, seperti *fly ash* yang berasal dari sisa pembakaran batu bara. Material *fly ash* dapat digunakan sebagai material penyusun beton dikarenakan sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Secara fisik, kehalusan butir *fly ash* mempunyai tingkat yang sama dengan semen. Sedangkan secara kimiawi, unsur di dalam *fly ash* juga mengandung silika (SiO<sub>2</sub>) dan alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). *Fly ash* digolongkan menjadi tiga kelas berdasarkan standar (SNI

2460:2014, 2014), (ASTM C618-03, 2010) yaitu kelas F, C, dan N.

Pada umumnya, aktivator yang digunakan adalah *Sodium Silicate* (SS) dengan rumus kimia  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  dan *Sodium Hydroxide* (SH) dengan rumus kimia  $\text{NaOH}$ . SS adalah garam natrium anorganik yang memiliki nama dagang *water glass* berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan SH yang memiliki nama dagang soda api merupakan jenis bahan kimia yang memiliki kandungan basa yang kuat. SH berfungsi sebagai pelarut yang mengaktifkan struktur aluminosilikat dari *fly ash*. Rasio SS/SH sangat menentukan sifat akhir beton geopolimer. Beberapa studi menyebutkan bahwa peningkatan rasio SS/SH dapat meningkatkan kekuatan tekan, namun terdapat titik optimum di mana penambahan SS justru menurunkan performa karena peningkatan viskositas dan perubahan struktur mikro (Darmawan Awang et al., 2020).

Sifat mekanik utama yang dinilai dalam beton geopolimer meliputi *workability* (nilai slump) dan kuat tekan (Sunarsih et al., 2023). Uji slump digunakan untuk menilai kemudahan penggeraan (SNI 1972:2008, 2008), sedangkan kuat tekan merupakan indikator utama dari performa struktural dan diukur pada usia 28 hari menggunakan alat Universal Testing Machine (SNI 1974-2011, 2011).

Rancang campur beton geopolimer belum dibuat standar bakunya. Sesuai dengan SNI 7656:2012, kita peroleh komposisi agregat kasar, agregat halus, semen, dan air (SNI 7656:2012, 2012). Kuat tekan yang direncanakan 25 MPa, komposisi untuk bahan penyusun beton adalah agregat kasar 6.469,6 gram, agregat halus 6.858,7 gram, semen 2.669,8 gram, dan air 1.419,9 gram. Untuk jumlah semen yang digunakan digantikan dengan semen geopolimer. Langkah pertama yang dilakukan membuat larutan SH, konsentrasi SH yang digunakan adalah 8 molar. SH harus

didiamkan terlebih dahulu selama 24 jam. Selanjutnya disiapkan SS dengan rasio SS/SH bervariasi, dalam penelitian ini variasi rasio SS/SH adalah 0,25; 0,5; 0,75; dan 1. Nilai slump yang diperoleh berturut-turut sebesar 205 mm, 118 mm, 75 mm, dan 57 mm. Kuat tekan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 2,92 MPa; 17,08 MPa; 17,89 MPa; dan 28,17 MPa.

Kesimpulan yang diperoleh: pada variasi rasio SS/SH adalah 0,25; 0,5; 0,75; dan 1, semakin besar variasi rasio SS/SH maka nilai *slump* beton semakin kecil. SS memengaruhi kekentalan (viskositas) larutan aktivator. Viskositas yang tepat membantu menciptakan beton yang mudah dikerjakan namun tidak terlalu encer. Sedangkan sebaliknya semakin besar variasi rasio SS/SH maka kuat tekan semakin besar. Semakin tinggi kandungan sodium silikat (hingga batas optimum), kekuatan tekan beton geopolimer cenderung meningkat karena pembentukan gel yang lebih banyak dan rapat. Beton geopolimer berbasis *fly ash* adalah beton ramah lingkungan karena 100% tanpa menggunakan semen Portland.

## **Daftar Pustaka**

ASTM C618-03. (2010). Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. *ASTM Internasional, C*, 3–6.

SNI 1972:2008. (2008). *Cara Uji Slump Beton*.

Darmawan Awang, Yh Sulaiman, & Rizal Faizal. (2020). Pengaruh Alkali Aktivator Terhadap Setting Time Dan Kuat Tekan Umur Awal Mortar Geopolimer Berbasis Fly Ash PLTU Nagan Raya. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 3, 1–9.

Davidovits Joseph. (2008). *Geopolymer Chemistry and Applications*.  
<https://www.researchgate.net/publication/265076752>

Malhotra, V. M. (2004). Global Warming, And Role Of Supplementary Cementing Materials And Superplasticizers In Reducing Greenhouse Gas Emissions From The Manufacturing Of Portland Cement.

Naik T R. (2016). Sustainability Of Cement And Concrete Industries.

Provis J L & van Deventer J S J. (2009). Geopolymers: Structure, Processing, Properties And Industrial Applications. Woodhead Pub. ; CRC Press.

Rangan, V. B., Hardjito, D., & Wallah, S. E. (2014). Studies on Fly Ash-based Geopolymer Concrete Studies on fly ash-based geopolymer concrete. *Geopolymer Chemistry and Sustainable Developmnet Solution*, 133–137.  
[https://www.researchgate.net/publication/43649864\\_Studies\\_on\\_Fly\\_Ash-based\\_Geopolymer\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/43649864_Studies_on_Fly_Ash-based_Geopolymer_Concrete)

SNI 1974-2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.

SNI 2460:2014. (2014). Spesifikasi abu terbang batubara dan pozzolan alam mentah atau yang telah dikalsinasi untuk digunakan dalam beton. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

SNI 7656:2012. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. Badan Standardisasi Nasional Indonesia. [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Sunarsih, E. S., As'ad, S., Mohd. Sam, A. R., & Kristiawan, S. A. (2023). The effect of sodium hydroxide molarity on setting time, workability, and compressive strength of fly ash-slag-based geopolymer mortar. *Journal of Physics: Conference*

*Series*, 2556(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2556/1/012019>

Zainudeen, N., & Jeyamathn, J. (2004). Cement and its effect to the environment : A case study in SriLanka. *Department of Building Economics, University of Moratuwa*, 1408–1416.

# PERBANDINGAN KURIKULUM STRATA 1

## FAKULTAS TEKNIK JURUSAN

### METALURGI PADA BEBERAPA

### PERGURUAN TINGGI DI INDONESIA

Teddy Juanda Simatupang, S.T., M.M.<sup>10</sup>  
(Pemerhati Pendidikan Perguruan Tinggi)

*“Evaluasi periodik diperlukan untuk mengukur efektivitas implementasi dan keberlanjutan sistem pendidikan. Ini dapat dilakukan salah satunya dengan analisa perbandingan kurikulum”*

Kajian singkat ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran mengenai kurikulum yang diterapkan di jurusan Teknik Metalurgi S1 di beberapa Perguruan Tinggi di Indonesia. Kajian ini dilakukan dengan penelusuran laman resmi Perguruan Tinggi yang membuka informasi mengenai kurikulum. Diharapkan tulisan ini dapat bermanfaat bagi peneliti, akademisi dan pemangku kepentingan khususnya dibidang teknik Metalurgi sebagai referensi untuk kajian lebih lanjut dan mendalam terkait evaluasi dan/atau pengkinian kurikulum teknik Metalurgi.

Didapat dari laman Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN PT)  
[https://www.banpt.or.id/direktori/prodi/pencarian\\_prodi.php](https://www.banpt.or.id/direktori/prodi/pencarian_prodi.php)

---

<sup>10</sup> Penulis adalah dosen paruh waktu, bekerja di sebuah perusahaan minyak dan gas, menyelesaikan studi S1 di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, menyelesaikan S2 di Magister Manajemen Strategic Innovation di Universitas Prasetiya Mulya Jakarta, tahun 2020

per tanggal 15 Mei 2025, terdapat beberapa perguruan tinggi yang mempunyai jurusan Teknik Metalurgi dengan sebaran program D3, D4, S1, S2 dan S3. Penelaahan ini dilakukan dengan fokus pada program S1 dan data kurikulum setiap Universitas diambil pada 15 Mei 2025 dari yang tersedia di laman resmi sbb:

Tabel 1. Perguruan Tinggi dan Laman Resmi

No	Perguruan Tinggi	Laman
1	Institut Teknologi Bandung (ITB)	<a href="https://metallurgy.itb.ac.id/kurikulum-program-studi-sarjana-teknik-metalurgi-itb/">https://metallurgy.itb.ac.id/kurikulum-program-studi-sarjana-teknik-metalurgi-itb/</a>
2	Universitas Indonesia (UI)	<a href="https://eng.ui.ac.id/wp-content/uploads/Struktur-kurikulum-S1-Teknik-Metalurgi-dan-Material.pdf">https://eng.ui.ac.id/wp-content/uploads/Struktur-kurikulum-S1-Teknik-Metalurgi-dan-Material.pdf</a>
3	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA)	<a href="https://metalurgi.untirta.ac.id/wp-content/uploads/2018/10/kurikulum-Teknik-Metalurgi-2014-2019.pdf">https://metalurgi.untirta.ac.id/wp-content/uploads/2018/10/kurikulum-Teknik-Metalurgi-2014-2019.pdf</a>
4	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)	<a href="https://www.its.ac.id/tmateriäl/id/akademik/program-studi/program-sarjana/">https://www.its.ac.id/tmateriäl/id/akademik/program-studi/program-sarjana/</a>
5	UPN "Veteran" Yogyakarta	<a href="https://metalurgi.upnyk.ac.id/page/kurikulum-2023">https://metalurgi.upnyk.ac.id/page/kurikulum-2023</a>
6	Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)	<a href="https://baa.unjani.ac.id/wp-content/uploads/2021/09/Struktur-Kurikulum-Prodi-Teknik-Metalurgi-MBKM-">https://baa.unjani.ac.id/wp-content/uploads/2021/09/Struktur-Kurikulum-Prodi-Teknik-Metalurgi-MBKM-</a>

		Unjani-2021.pdf
7	Institut Teknologi Kalimantan (ITK)	<a href="https://mme.itk.ac.id/akademik/kurikulum">https://mme.itk.ac.id/akademik/kurikulum</a>
8	Institut Teknologi Sains Bandung (ITSB)	<a href="https://itsb.ac.id/study-program/teknik-metalurgi">https://itsb.ac.id/study-program/teknik-metalurgi</a>

Dari data yang tersedia, ditabulasikan jumlah semester, SKS dan mata kuliah pada tabel 1, diketahui jumlah SKS yang hampir sama dikebanyakan Perguruan Tinggi namun tidak demikian dengan jumlah mata kuliah.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Semester, SKS dan Mata Kuliah

Perguruan Tinggi	Jumlah Semester	Jumlah SKS	Jumlah Mata Kuliah
Institut Teknologi Bandung (ITB)	8	144	62
Universitas Indonesia (UI)	8	144	54
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA)	8	142	65
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)	8	144	53
UPN "Veteran" Yogyakarta	8	146	68
Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)	8	148	76
Institut Teknologi	8	144	52

Kalimantan			
Institut Teknologi Sains Bandung	8	144	58

Tabel 3.a, 3.b dan 3.c adalah sebaran mata kuliah per semester dan jumlah SKS. Dapat dipelajari perbedaan strategi Perguruan Tinggi misalnya dari sebaran mata kuliah umum seperti Pancasila, Agama atau Bahasa antara yang ditempatkan di Semester awal atau di semester akhir. Juga misalnya penggabungan atau pemisahan antara kuliah dengan praktikum, atau jumlah mata kuliah pilihan dan SKS nya. Evaluasi periodik diperlukan untuk mengukur efektivitas implementasi dan keberlanjutan sistem pendidikan. Ini dapat dilakukan salah satunya dengan analisa perbandingan kurikulum.

**Tabel 3.a. Sebaran Mata Kuliah per Semester untuk ITB, UI dan UNTIRTA**

Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Bandung (ITB) Mata Kuliah	SKS	Universitas Indonesia (UI) Mata Kuliah	SKS	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA) Mata Kuliah		SKS
					Universitas Indonesia (UI)	Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA)	
Semester 1							
	Matematika IIA	3	MPK1 B	3	Pendidikan Agama 1	2	
	Fisika Dasar IIA	3	MPK Bahasa Inggris	3	Pendidikan Pancasila	2	
	Kimia Dasar I	3	Kalkulus 1	3	Bahasa Indonesia	2	
	Pancasila	2	Analisis Dasar	2	Kalkulus 2	3	
	Pengantar Komputasional	2	Gambar Teknik	2	Kimia Dasar 1	2	
	Pengantar Prinsip Kehierarkian	2	Pengantar Bahasa Rekayasa	2	Praktikum Fisika Dasar 1	1	
	Laboratorium Fisika Dasar	1	Laboratorium Kimia Dasar	1	Kimia Dasar 2	2	
	Laboratorium Kimia Dasar	1			Komputer dan Programming	2	
	Pengantar Sumberdaya Mineral dan Energi	1			Pengantar Metallurgi & Material	2	
Semester 2							
	Matematika IIA	4	MPK1 A	6	Pendidikan Agama 2	2	
	Fisika Dasar IIA	3	MPK Agama	2	Pendidikan Pancasila	2	
	Kimia Dasar IIA	3	MPK Seni / Olahraga	1	Bahasa Inggris	2	
	Pengembangan Rekayasa dan Desain	3	Aljabar Linier	4	Kalkulus 3	3	
	Geometri Analitis	1	Analisis Matematika	1	Kimia Dasar 2	2	
	Bahasa Inggris	2	Fisika - Mekanika dan Panas	3	Praktikum Fisika Dasar	1	
	Bahasa Indonesia	2	Fisika - Laboratorium Mekanika dan Panas	1	Kimia Analitik	2	
					Analisis Numerik & Optimik	1	
					Gambar Teknik dan CAD	2	
					Kristalografi dan Mineralogi	2	
Semester 3							
	Operasi Teknik Metallurgi	2	Fisika - Listrik, MWO	3	Analisa Numerik & Pemodelan	2	
	Termodinamika Metallurgi	3	Fisika - Laboratorium Listrik, MWO	1	Kimia Fisika	2	
	mekanika III	2	Statistik dan Probabilitas	2	Fenomena Transport	3	
	Kehutanan Metalurgi	2	Analisis dan Kehutanan Material	3	Analisa dan Kehutanan Material	3	
	Gambar Teknik	2	Bahan Bakar & Pembakaran	2	Bahan Bakar & Pembakaran	2	
	Kimia Fisik	2	Metallurgi Fisik 1	4	Metallurgi Fisik 1	1	
	Mineralogi	3	Statis & Mekanik Bahan	3	Metallurgi Mineral	3	
	Edaran Data dan Inteligensi Artificial	2	Termodinamika Bahan	3	Material Formir	2	
Semester 4							
	Metode Numerik	2	Teknik Analisis Mikrostruktur	2	Statistika	2	
	Fenomena Transport Metallurgi	2	Kimia Polimer	4	Dasar Kelistrikan & Instrumentasi	2	
	Pengolahan Mineral	3	Perhitungan Numerik	2	Thermodynamika Metallurgi	3	
	Kehutanan Metalurgi	2	Metallurgi Fisik	3	Analisa dan Kehutanan Material	3	
	Perhitungan Metalurgi Proses	2	Pengolahan mineral	2	Refraktori, Tonglo & Terak	2	
	Metallurgi Fisik	3	Pengujian Bahan	2	Metallurgi Fisik 2	2	
	MKPB1 1 (dalam/luar prodi)	2	Fenomena Transportasi	3	Pengujian Material & Metalografi	3	
	MKPB1 2 (dalam/luar prodi)		Laboratorium Karakterisasi Kimiai Bal	1	Analisa dan Kehutanan Logam	2	
					Material Komposit	2	
Semester 5							
	Pirontalurgi	3	Perindustrian HSIE	2	Kerja Praktek	2	
	Pengolahan dan Pemanfaatan Batubara	3	Manajemen Industri	2	K3	2	
	Transformasi Fasa dan Perlakuan Panas	3	Metallurgi Elektrofik Non Ferrous	3	Edisona Teknik	2	
	Prinsip Teknik Metalurgi	2	Metallurgi Pengolahan Panas & Pemakaian	3	Priontalografi	2	
	Kewarganegaraan	2	Proses Perbaikan Logam	4	Reduksi Bijih Besi	3	
	Agama	2	Teknologi Polimer	3	Teknologi & Metallurgi Las	3	
	MKPB 3 (dalam/luar prodi)	2	Laboratorium Teknik Analisis Mikrostruktur	1	Analisa dan Kehutanan Logam	3	
	MKPB 4 (dalam/luar prodi)	2	Laboratorium Pengujian Bahan	1	Lab Metallurgi 1	1	
					Korosi & Proteksi	2	
Semester 6							
	Karakterisasi Bahan	3	Korosi & Perlindungan Logam	3	Kuliah Kerja Mahasiswa	3	
	Flotasi	2	Pengembangan Bahan	3	Metodologi Penelitian	2	
	Metallurgi Besi dan Baja	2	Proses Pengolahan Besi & Baja	2	Hydro-elektro Metallurgi	3	
	HKD dan Kehutanan Metalurgi	3	Analisa dan Kehutanan	3	Analisa dan Kehutanan	3	
	Kendali Proses	2	Teknologi Komposit	3	Pengecoran Logam	3	
	Prinsip dan Pengendalian Korosi Logam	3	Laboratorium Korosi & Perindustrian Logam	1	Perlakuan Panas & Pemakaian	3	
	Kerja Praktek	1	Laboratorium Metallurgi Elektrokif	1	Lab Metallurgi 2	2	
	MKPB 5 (dalam/luar prodi)	2	Laboratorium Proses Penumbuhan Logam	2			
Semester 7							
	Metallurgi Manufaktur Logam	2	Desain Rekayasa Produk	3	Kerja Praktek	1	
	Desain dan Analisis Eksperimen	2	Capita Selecta	2	Desain & Seleksi Material	3	
	Pengembangan Pabrik Metallurgi	4	Mekanika Fraktur & Analisis Kegagalan	4	Mekanika Perputaran & Analisa Kegagalan	3	
	Manajemen Produksi dan Logistik	2	Muadzim	1	Analisa dan Proses Metallurgi	2	
	MKPB 6 (dalam/luar prodi)	2	Statistik	1	Pilihan 1	2	
	MKPB 7 (dalam/luar prodi)	2	Pilihan	4	Pilihan 2	2	
	MKPB 8 (dalam/luar prodi)	2	Pilihan	4	Pilihan 3	2	
	MKPB 9 (dalam/luar prodi)	2					
	Tugas Akhir	4					
Semester 8							
	K3 dan Lingkungan Metalurgi	2	Tugas Akhir / Skripsi	4	Skripsi	5	
	MKPB 10 (dalam/luar prodi)	3	Pilihan	6	Perenc. Industri Metalurgi	2	
	MKPB 11 (dalam/luar prodi)	2			Pilihan 4	2	
	MKPB 12 (dalam/luar prodi)	2			Pilihan 5	2	
	MKPB 13 (dalam/luar prodi)	2			Pilihan 6	2	
	Tugas Akhir	4					

**Tabel 3.b. Sebaran Mata Kuliah per Semester untuk ITS, UPN dan UNJANI**

Perguruan Tinggi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)			UPN "Veteran" Yogyakarta			Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI)		
	Mata Kuliah	SKS	Mata Kuliah	SKS	Mata Kuliah	SKS	Mata Kuliah	SKS	
Semester 1	Kalkulus 1	3	Pendidikan Agama	2	Latihan Dasar Kepemimpinan	2			
	Fisika Mekanika + Praktikum	4	Bela Negara & Widya Mwat Yasa	2	Bahasa Indonesia	2			
	Kimia 1 + Praktikum	4	Olahraga I	1	Pendidikan Agama	2			
	Pengantar Teknik Material dan Metalurgi	2	Matematika Dasar	3	Pendidikan Karakter dan Etika	2			
	Gambar Teknik dan Mesin + Tugas Besar	2	Fisika Dasar	3	Kalkulus 1	3			
	Pemrograman Komputer	3	Kimia Dasar	3	Fisika Dasar 1	2			
			Geologi Dasar	3	Kimia Dasar	2			
			Praktikum Fisika Dasar	1	Pengantar Metalurgi	2			
			Praktikum Kimia Dasar	1					
			Bahasa Inggris	2					
Semester 2	Kalkulus 2	3	Olah Raga II	1	Ke-AchmadYani-san	2			
	Fisika Listrik dan Magnet	3	Bahasa Indonesia	2	Bahasa Inggris	2			
	Statistika	2	Pengantar Teknologi Mineral dan Batubara	2	Praktikum Bahasa Inggris	1			
	Metalurgi 1 + Praktikum	3	Matematika Lanjut-1	3	Kalkulus 2	3			
	Diagram Fasa dan Transformasi	2	Fisika Lanjut	3	Fisika Dasar 2	2			
	Perilaku Mekanik Material	3	Kimia Analit	2	Praktikum Fisika	1			
	Mesin Konversi Energi	2	Mineralogi & Kristalografi	2	Kimia Analitik	2			
			Ilmu Lingkungan	2	Praktikum Kimia Dasar & Analitik	1			
			Metodologi & Tata Tulis Karya Ilmiah	2	Gambar Teknik	2			
			Praktikum Kimia Analit	1	Praktikum Gambar Teknik	1			
Semester 3	Ekskusi Industri I	1							
	Kalkulus 3	3	Pendidikan Pancasila	2	Kimia Fisik	2			
	Fisika 3	3	Termodinamika Metalurgi	2	Mekanika Teknik	3			
	Kimia 2	2	Matematika Lanjut-2	3	Gambar Mesin dan CAD/CAM	2			
	Biologi	2	Pengolahan Mineral dan Batubara	3	Praktikum Gambar Mesin dan CAD/C	1			
	Metalurgi 2 + Praktikum	3	Teknik Tenaga Listrik Terapan	2	Kristalografi dan Miteralogi	2			
	Termodinamika Material	3	Operasi Teknik Metalurgi	2	Praktikum Kristalografi dan Mineralog	1			
	Analisis Numerik dan Pemodelan	3	Statistika	2	Metalurgi Fisik 1	3			
			Gambar Teknik	2	Termodinamika Metalurgi	2			
			Kimia Fisika	2	Material Logam	2			
Semester 4	Praktikum Pengolahan Mineral	1	Praktikum Pengolahan Mineral	1	Metrologi Industri & Standarisasi	2			
	Kimia Material + Praktikum	2	Pengenalan Sistem Informasi & Kendali	2	Teknik Pengujian Logam	2			
	Fenomena Transport	4	Metode Numerik	2	Praktikum Teknik Pengujian Logam	1			
	Elemen Mesin	2	Perilaku Transport Metalurgi	3	Teknik Pengujian Logam	2			
	Biomaterial	2	Perhitungan Metalurgi Proses	3	Praktikum Penesian Logam	1			
	Perilaku Panas + Praktikum	3	Metalurgi Fisika	3	Pengerak Mala	2			
	Proses Manufaktur 1 + Tugas Besar	3	Kinematika Metalurgi	2	Teknik Tenaga Listrik	2			
	Material Keramik dan Gelas	3	Flotasi	2	Metallurgi Ekstraktif 1	2			
	Material Polimer + Tugas Besar	2	Kekuatan Material	2	Metallurgi Fisik 2	3			
			Ekskusi Industri II	1	Perilaku Panas	2			
Semester 5					Praktikum Perilaku Panas	1			
	Proses Pembuatan Besi dan Baja	3	Tanu dan Bahan Bakar	2	Material Non Logam	2			
	Teknologi Pengelasan + Tugas Besar	3	Hidro-Ektro Metalurgi	3	Praktikum Korosi	1			
	Korosi dan Pengendalian + Praktikum	3	Pirometalurgi	3	Metallurgi Ekstraktif 2	2			
	Karakterisasi Material + Tugas Besar	3	Ekstraksi Metalurgi	2	Studi Ekskusi	1			
	Mekanika Patahan dan Analisis Kegagalan	3	Perancangan Pabrik Pengolahan Mineral	2	Teknik Pengcoran Logam	3			
	Teknologi Pengcoran + Tugas Besar	3	Praktikum Hidrometalurgi	2	Praktikum Teknik Produksi	1			
	Pilihan 1	3	Praktikum Pirometalurgi	3	Metallurgi Mekanik 1	3			
			K3 dan Lingkungan Industri Metalurgi	1	Teknologi Pengelasan	3			
			K3 dan Lingkungan Industri Metalurgi	3	Funomena Perpindahan	2			
Semester 6					Elemen Mesin	3			
	Aplikasi Teknologi dan Transformasi Digital	3	Pendidikan Kewarganegaraan	2	Metallurgi Mekanik	3			
	Bahasa Indonesia	2	Korosi & Pengendaliannya	2	Praktikum Pengelaman	2			
	Kewarganegaraan	2	Teknik Pengcoran Logam	2	Praktik Kerja Lapangan	1			
	Ekskusi Metalurgi dan Proses Penumiran + Praktikum	2	Praktikum Pengujian & Karakterisasi Bahan	2	Teknik Pembentukan Logam	2			
	Metode Elemen Hingga	2	Praktikum Pengujian & Karakterisasi Bahan	2	Peleburan dan Pemaduan	2			
	Proses Manufaktur 2 + Tugas Besar	2	Transformasi Fasa & Perilaku Panas	1	Metallurgi Mekanik	3			
	Material Komposit	3	Praktikum Korosi	2	Teknologi Pengelangan Logam	2			
	Manajemen Produksi	3	Pilihan 1	3	Praktikum Perlindungan Logam	1			
			Pilihan 2	3	Metallurgi Serbuk	2			
Semester 7	Kerja Praktik	2	Kerja Praktik	2	Metallurgi Pengelangan	3			
	Bahasa Inggris	2	KKN	3	Praktikum Teknik Produksi	1			
	Kewirausahaan Berbasis Teknologi	2	Pemanfaatan Mineral Industri	2	Pancasila	2			
	Agama	2	Metalurgi Besi Baja	2	Rekayasa Sistem Manufaktur	2			
	Pancasila	2	Kewirausahaan	3	Tugas Akhir 1	2			
	Desain Proses Industri + Tugas Besar	3	Perencanaan Industri Metalurgi	3	Perecakan Industri Metalurgi	2			
	Metodologi Penelitian	3	Manajemen Industri	3	Manajemen dan Ekonomi Teknik	2			
	Kerja Praktek	2	Pilihan -3	3	Pemilihan Bahan dan Proses	2			
	Pilihan 2 Pengayaan	3	Proposal Tugas Akhir	1	Peleburan dan Pernaduan 2	2			
				1	Teknik Pembentukan Logam 2	2			
Semester 8					Seminar Praktek Kerja Lapangan	1			
	Tugas Akhir	4	Tugas Akhir	4	Pilihan 1	2			
	Pilihan 3	3	Seminar Tugas Akhir	1	Pilihan 2	2			
				1	Kewarganegaraan	2			
				1	K3 dan Industri Hijau	2			
				1	Analisis Kegagalan Logam	2			
Semester 9				2	Tugas Akhir 2	3			
				3	Pilihan 3	2			
				4	Pilihan 4	2			

Tabel 3.c. Sebaran Mata Kuliah per Semester untuk ITK dan ITSB

Institut Teknologi Kalimantan (ITK) Mata Kuliah		Institut Teknologi Sains Bandung (ITSB) Mata Kuliah	
	SKS		SKS
Pancasila	2	Kalkulus I	4
Kalkulus 1	3	Fisika Dasar I	3
Fisika Dasar 1	3	Kimia Dasar I	3
Kimia Dasar	3	Bahasa Inggris	2
Pengantar Metode Statistik	3	Pancasila	2
Pengenalan Teknik Material dan Metalurgi	2	Kewarganegaraan	2
Menggambar Teknik	3	Pengantar Metalurgi	2
		Pengantar Material	2
Kalkulus 2	3	Kalkulus II	4
Fisika Dasar 2	3	Fisika Dasar II	3
Algoritme Pemrograman	3	Kimia Dasar II	3
Bahasa Inggris	2	Pengetahuan Lingkungan	2
Struktur Material Padatan	3	Konsep Pengenalan Ilmu Pengetahuan	2
Mekanika Teknik	3	Tata Tulis Karya Ilmiah	2
		Etika Profesi	2
		Pengenalan Teknologi Informasi	2
Agama	2	Kimia Fisik	3
Kimia Polimer	2	Teknik Tenaga Listrik	3
Matematika Rekayasa dalam Teknik Material	3	Karakterisasi Material	3
Mekanika Material	3	Matematika Teknik	2
Material Logam	3	Kekuatan Material	3
Termodinamika Material	3	Manajemen Industri	2
Transformasi Fasa	3	Gambar Teknik	2
Bahasa Indonesia	2	Kinematika Proses	3
Fenomena Transport	4	Fenomena Transport	3
Kimia Analitik	3	Metalurgi Fisik	3
Material Keramik dan Gelas	3	Ekonomi Teknik	2
Material Polimer	3	Metode Statistik	2
Perilaku Elektromagnetik Material	2	Metode Numerik	3
Perilaku Mekanik Material	3	Termodinamika Metalurgi	3
Pemanfaatan Sumber Daya	2	Pengolahan Mineral	2
Ekstraktif	3	Material Dan Pemrosesan Keramik	3
Karakterisasi Material	3	Teknik Pengocokan Logam	2
Material Komposit	3	Tarur Dan Bahan Bakar	2
Pemrosesan Logam	4	Metode Elektrostraksi	3
Pemrosesan Material Polimer	3	Lab Teknik Metalurgi I	3
		Lab Teknik Material	2
Kewarganegaraan	2	Agama	2
Kuliah Kerja Nyata	2	Transformasi Fasa Dan Perlakuan Panas	2
Analisa Numerik dalam Teknik Material	3	Teknik Pembentukan Logam	3
Korosi dan Pencegahan Korosi	3	Teknik Pengelasan Logam	2
Mekanika Patahan dan Fraktografi	3	Material Dan Pemrosesan Polimer	2
Metode Inspeksi Material	3	Lab Teknik Metalurgi II	2
Teknologi Pemrosesan Keramik	3	Hidro Elektrometalurgi	3
Kerja Praktik	2	Perancangan Percobaan	2
Komputasi dalam Teknik Material	3	Mekanika Retakan Dan Analisis Kegagalan	2
Manufaktur Komposit	3	Piro Dan Metalurgi Besi Baja	3
Perancangan Material	3	Pengolahan Limbah Dan Daur Ulang	2
Studi Kegagalan Material	3	Mata Kuliah Pilihan	2
Mata Kuliah Pilihan 1	2	Mata Kuliah Pilihan	2
Mata Kuliah Pilihan 2	2	Mata Kuliah Pilihan	2
Tugas Akhir	6	Kerja Praktek	2
Mata Kuliah Pilihan 3	2	Kapita Selektia	2
Mata Kuliah Pilihan 4	2	Pemilihan Material Dan Proses Manufaktur	2
Mata Kuliah Pilihan 5	2	Tugas Akhir	6
Mata Kuliah Pilihan 6	2	Mata Kuliah Pilihan	2
		Mata Kuliah Pilihan	2
		Mata Kuliah Pilihan	2

# PEMBUATAN DAN PENERAPAN POMPA HYDRAM PADA PERTANIAN LAHAN KERING DESA OEKABITI KABUPATEN KUPANG-NTT

Ir. Muhamad Jafri, S.T., M.Eng., IPM.<sup>11</sup>  
(Universitas Nusa Cendana)

*“Pompa hydram merupakan pompa tanpa energi dari luar, hanya memanfaatkan energi kinetik dan energi potensial air dan efek water hammer”*

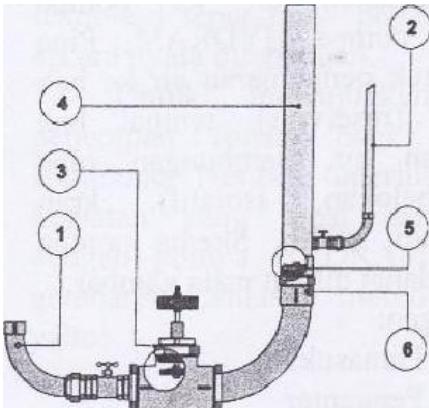
Ketersediaan sumber air bersih di berbagai belahan bumi cukup mendapat perhatian dalam mencari sumber air (S. K. Patel, M. Qin, W. S. Walker, and M. Elimelech: 2020). Umumnya krisis air akibat meningkatnya jumlah populasi penduduk dunia. Namun berbeda dengan salah satu wilayah di Indonesia, yaitu Indonesia bagian timur, tepatnya Pulau Timor-NTT yang terkenal dengan sistem pengolahan pertanian lahan kering, akibat topografi gunung dan lembah menyebabkan sulitnya memperoleh air bersih. Kesulitan ini dialami oleh warga Desa Nonbes Kecamatan Amarasi Kabupaten Kupang-NTT yang jauh dari jangkauan distribusi air bersih yang dikelola oleh PDAM. Dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari sangat beragam, namun didominasi oleh usaha kecil yaitu menanam sayur-sayuran seperti sawi putih, kangkung, tomat, serta cabe.

---

<sup>11</sup> Penulis lahir di Manggarai Barat, 16 Agustus 1975, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik (FST) Udana Kupang, menyelesaikan studi S1 di Teknik Mesin FST Undana tahun 2000, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Teknik Mesin UGM Yogyakarta tahun 2008.

Karena permasalahannya untuk memindahkan air maka mesin fluida yang sesuai pompa. Pompa yang berkembang saat ini cukup banyak, namun sumber energi penggeraknya adalah motor bakar ataupun listrik, pengoperasian dan perawatan membutuhkan kompetensi. Dengan kondisi perekonomian serta tingkat pendidikan warga, maka sulit untuk menerapkan jenis pompa tersebut. Salah satu jenis pompa yang sangat sederhana dan ekonomis yaitu Pompa Hydram (Hydraulic Ram).

Konsep pompa hydram adalah memompa atau menaikkan air memanfaakan energi kinetik, energi potensial air yang mau dilirikkan serta efek water hammer dari pompa (Widarto et al., 2001). Kondisi yang umum peggunaan pompa HYDRAM adalah topografi yang sulit, sumber air lebih rendah dari lokasi pemakai (Edy S. et al., 2004). Persyaratan penerapan pompa hydram adalah tersedianya air baku yang cukup dan kontinu, tinggi terjunan air terhadap kedudukan pompa terpenuhi, tinggi lokasi yang akan disuplai (Wahyudi, 2005). Persyaratan teknis bahan yang digunakan: tempat penampungan sumber air, pipa galvanis untuk pemasukan air ke pompa hydram, pompa hydram, pipa untuk pengeluaran air ke bak penampung (reservoir), tempat bak penampungan air, sambungan pipa (Socket, belokan, isolatif), kran (Rochmanhadi, 2000).



Keterangan:

- 1.Pipa Pemasukan
- 2.Pipa Pengantar
- 3.Klep Buang
- 4.Tabung Udara
- 5.Klep Pengantar
- 6.Katup Udara

Gambar 1. Skema pompa hydram

Sumber: Hanafie and Hans de Lough, 1979

Tekanan tinggi dalam pompa juga akan mengatasi tekanan dalam ruang udara pada katup pengantar sehingga katup akan terbuka dan air akan terus mengalir lagi dari pipa penghubung. Siklus ini berlangsung berulang-ulang dengan frekuensi yang sangat cepat (Tessema, 2000). Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan Ipteks Bagi Masyarakat ini adalah : menyediakan air bersih yang cukup untuk memenuhi keperluan rumah tangga, keberlangsungan hidup sayur-sayuran dan hewan ternak yang dimiliki masyarakat Kelurahan Nonbes. Menerapkan suatu teknologi pompa hydram 4" yang sederhana, murah, tidak membutuhkan bahan bakar, serta tidak memerlukan operator khusus.

## Metode

Berikut ini dijelaskan metode yang diambil untuk mengatasi kekurangan air yang dialami mitra kelompok pertanian lahan kering warga Desa Nonbes kecamatan Amarasi adalah pertama melakukan survei lokasi. Hasil survei ditemukan bahwa untuk warga 2 RT yang terdapat dalam lingkungan Desa Nonbes

memiliki lahan kering pertanian. Masing-masing rumah tangga memiliki lahan garapan kering pertanian rata-rata  $1.250 \text{ m}^2$ .



Gambar 2. Lahan kering pertanian warga yang sempat terdokumentasikan

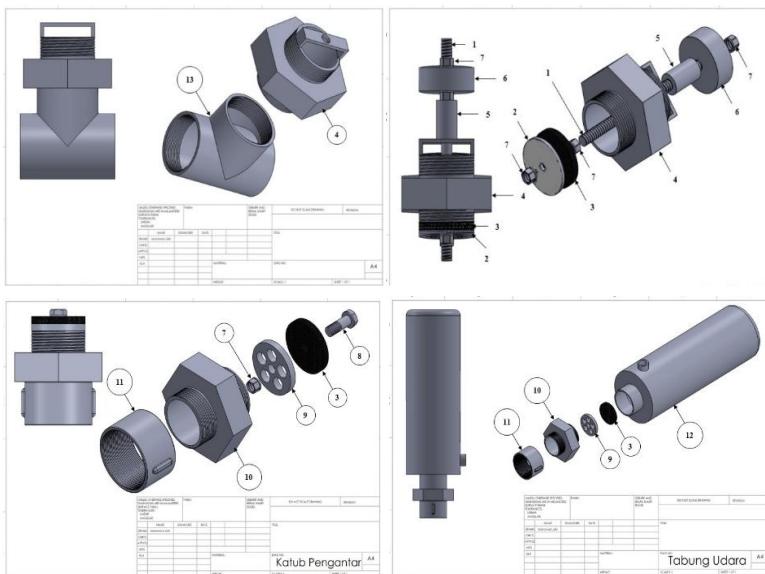
Pada sisi utara sejauh 113 meter dari pemukiman warga terdapat sumber (berupa mata air) yang cukup untuk memenuhi kebutuhan warga dengan debit air puncak musim kemarau 3 liter/detik. Sebagian besar debit di alirkan secara grafitasi ke lahan persawahan yang cukup jauh. Selama ini warga memperoleh air untuk keperluan rumah tangga dilakukan secara tradisional menuruni lembah dan mendaki dengan elevasi 27 meter.





Gambar 3. Dokumentasi sumber air dan perolehan air secara tradisional

Dalam mendesain pompa hidram, harus mempertimbangkan data survei seperti debit sumber air 3 liter/detik, tinggi jatuh 1,2 meter, dan tinggi angkat 27 meter, sehingga diperlukan pompa berukuran 3 inci.



Gambar 4. Desain pompa hydram 3 inci yang diterapkan

Setelah komponen dan sistem pompa hydram di desain, selanjunya dilakukan pembentukan dan pemasangan pada lokasi (gambar berikut);



Gambar 5. Lahan kering pertanian warga yang sempat terdokumentasikan

## Hasil

Analisis situasi selama masa pemeliharaan dan perawatan terjadi kerusakan pada karet katup pengantar, yaitu adanya sobek yang berbentuk lingkaran yang mana diameternya sama dengan diameter lubang-lubang pada katup pengantar. Hal ini terjadi karena permukaan lubang-lubang pelat pengantar masih kasar atau belum diserut, mengakibatkan adanya aliran balik. Hasil lain yang terjadi bersifat positif yaitu lahan-lahan kering mulai digarap dan bedeng-bedeng yang kering dihidupkan kembali dengan ditanami sayur-sayuran seperti tomat, picai, sawi putih, cabe,

kangkung, serta jagung, dengan memanfaatkan air yang diangkat Oleh pompa hydram.



## Daftar Pustaka

S. K. Patel, M. Qin, W. S. Walker, and M. Elimelech, 2020. Energy Efficiency of Electro-Driven Brackish Water Desalination: Electrodialysis Significantly Outperforms Membrane Capacitive Deionization,” *Environ Sci Technol*, vol. 54, no. 6, pp. 3663–3677.

Widarto dan Sunarto, 1997, *Membuat Pompa Hydram*, Kanisius, Jakarta

Hanafie, J., de Longh, H., 1979. Teknologi Pompa Hidraulik Ram Buku Petunjuk Untuk Pembuatan dan Pemasangan. PTP-ITB Ganesha, Bandung.

Edy Supriyanto, dkk., 2004. Upaya Pengadaan Air bersih melalui Pembuatan Pompa Hidram, Laporan Penelitian, FMIPA, *Universitas Jember, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*.

Wahyudi S. Imam, Yeri Sutopo, Melulosa Andi S., 2005, Model Penanggulangan Kekeringan di Jawa Tengah, *Jurnal Ilmiah Suar Dewan Riset Daerah (DRD) Jateng, ISSN 1858-1331, Vol I., No. 2*, Semarang.

Rochmandi, 2000, *Alat Uji Laboratorium, Medias*, Yayasan Penerbit PU, Jakarta

Tessema, A.A., 2000, Hydraulic Ram Pump System Design And Application, *ESME 5th Annual Conference on Manufacturing and Process Industry*.

# MODEL *TEFA ROBLOX* UNTUK EFISIENSI BELAJAR OTOMOTIF SMK

Erwin Komara Mindarta, S.Pd., M.Pd.<sup>12</sup>  
(Universitas Negeri Malang)

*“Penggunaan Roblox Studio dalam TEFA otomotif meningkatkan efisiensi pembelajaran dan keterlibatan siswa melalui simulasi interaktif”*

Dengan kemajuan teknologi dan metode pembelajaran yang inovatif, model pembelajaran berbasis game seperti TEFA di platform Roblox terbukti meningkatkan efisiensi belajar siswa SMK di bidang otomotif. Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas model tersebut dalam meningkatkan pemahaman dan keterlibatan aktif siswa.

Metodologi ini digunakan karena dapat meningkatkan interaktivitas dan motivasi belajar melalui game. Penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis game dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Citra & Rosy, 2020). Hal ini juga didukung oleh studi lain yang menyatakan bahwa media yang interaktif dan menyenangkan mendorong keterlibatan siswa dan pemahaman materi (Wulandari & Yuliandari, 2023). Dalam hal

---

<sup>12</sup> Penulis lahir di Jember, 25 November 1990, merupakan Dosen di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik (FT) Universitas Negeri Malang, menyelesaikan studi S1 di Pend. Teknik Otomotif Universitas Negeri Malang tahun 2013, menyelesaikan S2 di Prodi Pend. Kejuruan-Teknik Mesin Universitas Negeri Malang tahun 2015.

ini, TEFA Roblox memberi kesempatan siswa untuk belajar secara aktif melalui pengalaman langsung.

Model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam pendidikan otomotif bertujuan mengembangkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah (Susino et al., 2023). Melalui masalah nyata yang sesuai dengan bidang otomotif, siswa didorong untuk belajar lebih dalam dan membangun pengetahuan dari pengalaman praktik. Ini sesuai dengan tuntutan dunia kerja yang membutuhkan keterampilan teknis dan praktis dari lulusan vokasi (Mulianti, 2018). Karena itu, pembelajaran berbasis game penting untuk mensimulasikan situasi nyata dan mendukung kebutuhan tersebut.

Pendekatan lain adalah penggunaan teknologi virtual, seperti yang dibuktikan oleh Musril et al. bahwa virtual reality efektif dalam pembelajaran perakitan komputer (Musril et al., 2020). Teknologi ini bisa diterapkan di TEFA Roblox untuk mensimulasikan perbaikan dan perawatan otomotif secara realistik. Pembelajaran interaktif ini membuat siswa lebih tertarik dan mendorong mereka mengeksplorasi berbagai situasi. Selain itu, mereka bisa belajar dari kesalahan tanpa risiko karena dilakukan dalam lingkungan simulasi.

Penggunaan strategi pembelajaran berbasis game dengan fitur kompetisi, seperti leaderboard di Roblox, dapat membuat suasana belajar lebih hidup. Tantangan dan kesenangan dalam belajar mendorong siswa untuk lebih semangat dan bersaing memahami materi otomotif. Evaluasi program menunjukkan bahwa gamifikasi dalam pembelajaran meningkatkan pemahaman siswa secara signifikan (Setiyani et al., 2021). Siswa pun jadi lebih aktif dan kolaboratif dalam proses belajar.

Namun, tantangan utama dalam penerapan TEFA Roblox adalah memastikan validitasnya dalam pendidikan otomotif.

Diperlukan penelitian dan evaluasi berkelanjutan agar platform ini tidak hanya menarik, tetapi juga efektif mencapai tujuan pembelajaran. Evaluasi rutin dan penyesuaian model pengajaran sangat penting untuk menjamin keberhasilan jangka panjang dan menjadikannya praktik standar (Andayani et al., 2023).

Salah satu bagian penting dalam pengembangan model ini adalah desain pembelajaran yang mengikuti kerangka ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate), seperti yang digunakan dalam berbagai studi pengembangan alat peraga (Putri & Prabowo, 2020). Desain yang tepat membantu guru menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan siswa dan konteks lokal. Dengan pendekatan ini, TEFA Roblox dapat dibuat untuk mengatasi masalah khusus dalam pembelajaran otomotif di SMK, sehingga menjadi lebih relevan dan efektif.

Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi tetap perlu didampingi pendekatan interaktif dan praktik di kelas. Penelitian menunjukkan bahwa alat peraga membantu menjelaskan konsep sulit secara lebih nyata dan visual (Pambudi et al., 2019). Dengan menggabungkan media visual dari TEFA Roblox dan praktik langsung, siswa diharapkan memahami teori dan praktik otomotif dengan lebih baik.

Adikarya pendidikan ini, yang menggabungkan game interaktif, simulasi, dan ilmu teknik, harus terus dikembangkan dan diteliti untuk memastikan kesesuaian dengan kurikulum nasional dan kebutuhan lokal. Pengintegrasian kearifan lokal dalam materi ajar juga dapat menjadi salah satu pendekatan untuk membuat pembelajaran lebih relevan dan bermakna (Nadlir, 2016). Dalam konteks otomotif, hal ini dapat mencakup penggunaan instrumen lokal atau simulasi kendaraan yang umum digunakan dalam masyarakat. Pendekatan ini tidak hanya menjadikan pembelajaran lebih bermakna tetapi juga membangun rasa kepemilikan siswa terhadap proses belajar mereka.

Keberhasilan TEFA Roblox sebagai media pembelajaran yang efisien dalam pendidikan otomotif sangat bergantung kepada desain kurikulum dan implementasi teknologi dengan cara yang sejalan dengan kebutuhan siswa. Oleh karenanya, kolaborasi antara pendidik, ahli teknologi, dan industri otomotif diperlukan untuk menciptakan lingkungan belajar yang efektif dan menarik bagi siswa. Di era yang semakin dipenuhi dengan teknologi, penanaman keterampilan melalui pendekatan yang disesuaikan dengan kecenderungan siswa menjadi semakin penting. Dengan kata lain, keberhasilan ini tidak hanya bergantung pada implementasi teknologi tetapi juga pada bagaimana teknologi itu diterapkan secara efektif dalam membantu siswa memahami dan menikmati proses belajar otomotif (Simatupang & Yuhertiana, 2021).

Dalam menciptakan suasana akademik yang kuat di SMK melalui TEFA Roblox, evaluasi menyeluruh terhadap perangkat pembelajaran dan metodologi yang digunakan perlu dilakukan secara berkala. Dengan menggunakan data dan umpan balik dari siswa dan guru, pengembangan berkelanjutan dari model pembelajaran ini dapat dilakukan untuk merespons dengan cepat kebutuhan pendidikan yang selalu berubah. Kegiatan pengembangan ini juga harus dilakukan dalam konteks di mana siswa lebih terlibat untuk menemani mereka dalam langkah-langkah belajar mereka, menjadikan pendidikan lebih inklusif dan komprehensif (Qolbi et al., 2022).

Dengan realisasi dari hasil penelitian ini, diharapkan model TEFA Roblox bisa menjadi patokan bagi pengembangan lainnya dalam pendidikan otomotif maupun disiplin ilmu lainnya di SMK, mengingat pentingnya mempersiapkan siswa untuk era industri 4.0 dan beyond. Penyesuaian pedagogis yang tepat, inovasi dalam penggunaan teknologi, serta umpan balik dari

berbagai pemangku kepentingan akan menjadi pendorong dasar dalam mencapai tujuan pendidikan yang lebih baik dan relevan.

Akhir kata, implementasi model TEFA Roblox diharapkan tidak hanya mampu meningkatkan efisiensi belajar otomotif di SMK, tetapi juga melahirkan generasi baru yang lebih siap dan kompetitif di dunia industri yang semakin membutuhkan keterampilan dan keahlian teknis.

## **Daftar Pustaka**

Andayani, D., Ayub, S., 'Ardhuha, J., & Susilawati, S. (2023). Pengembangan mesin stirling tipe gamma sederhana sebagai alat praktikum termodinamika kelas xi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1b), 872-879.

Citra, C. and Rosy, B. (2020). Keefektifan penggunaan media pembelajaran berbasis game edukasi quizizz terhadap hasil belajar teknologi perkantoran siswa kelas x smk ketintang surabaya. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (Jpap)*, 8(2), 261-272.

Mulianti, M. (2018). Model pengukuran faktor dan indikator yang berperan terhadap produktivitas pendidikan vokasi. *Invotek Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 18(1), 39-48

Musril, H., Jasmienti, J., & Hurrahman, M. (2020). Implementasi teknologi virtual reality pada media pembelajaran perakitan komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (Janapati)*, 9(1), 83.

Nadlir, M. (2016). Urgensi pembelajaran berbasis kearifan lokal. *Jurnal Pendidikan Agama Islam (Journal of Islamic Education Studies)*, 2(2), 299.

Pambudi, B., Efendi, R., Novianti, L., Novitasari, D., & Ngazizah, N. (2019). Pengembangan alat peraga ipa dari barang bekas untuk meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman siswa sekolah dasar. *Indonesian Journal of Primary Education*, 2(2), 28.

Putri, C. and Prabowo, P. (2020). Pengembangan alat peraga hidrolik sederhana sebagai media pembelajaran fisika pada sub materi hukum pascal siswa kelas xi sma negeri kesamben jombang. *Ipj Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(3), 551-554.

Qolbi, S., Sabarudin, S., Kholilurrohman, K., & Perwitasari, N. (2022). Efektivitas pembelajaran daring antara fasilitas zoom meet dengan google meet. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 1551-1562.

Setiyani, S., Ferdianto, F., Tarmidzi, T., Santi, D., Jaufillaili, J., & Erawati, T. (2021). Pelatihan pembuatan alat peraga manipulatif bernuansa budaya lokal di sd negeri ii kedungjaya kabupaten cirebon. *Kuat Keuangan Umum Dan Akuntansi Terapan*, 3(2), 107-114.

Simatupang, E. and Yuhertiana, I. (2021). Merdeka belajar kampus merdeka terhadap perubahan paradigma pembelajaran pada pendidikan tinggi: sebuah tinjauan literatur. *Jurnal Bisnis Manajemen Dan Ekonomi*, 2(2), 30-38.

Susino, S., Destiniar, D., & Sari, E. (2023). Pengaruh model pembelajaran problem based learning (pbl) terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas x sma. *Jurnal Cendekia Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 53-61.

Wulandari, W. and Yuliandari, R. (2023). Pengembangan media pembelajaran puzzle lingkaran untuk meningkatkan pemahaman konsep pecahan pada siswa sekolah dasar. *Jeid Journal of Educational Integration and Development*, 3(1), 13-25.

# PROJEK MOBIL NASIONAL UNTUK BANGUN NASIONALISME MAHASISWA

Drs. Eddy Rudiyanto, M.Pd.<sup>13</sup>  
(Universitas Negeri Malang)

*“Proyek mobil nasional berbasis pembelajaran interaktif mendorong rasa cinta tanah air dan kreativitas mahasiswa otomotif”*

Konsep nasionalisme memainkan peran penting dalam membentuk identitas dan sikap siswa, khususnya dalam konteks proyek nasional seperti Proyek Mobilisasi Nasional Indonesia. Inisiatif ini berupaya menumbuhkan rasa nasionalisme yang kuat di kalangan siswa, yang berkontribusi pada persatuan dan pembangunan nasional. Berbagai penelitian telah menyelidiki mekanisme yang dapat digunakan untuk menumbuhkan nasionalisme di lingkungan pendidikan, yang memberikan wawasan tentang implikasi yang lebih luas dari proyek tersebut.

Setiawan dkk. meneliti hubungan antara pemahaman siswa tentang sejarah Indonesia dan sikap nasionalisme mereka, dan menemukan bahwa pemahaman yang kuat tentang konten sejarah meningkatkan wawasan nasional siswa, sehingga menumbuhkan rasa nasionalisme yang lebih mendalam di kalangan siswa di

---

<sup>13</sup> Penulis lahir di Padang, 08 April 1962, merupakan Dosen di Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif, Fakultas Vokasi (FV) Universitas Negeri Malang, menyelesaikan studi S1 di Pend. Teknik Mesin IKIP Malang tahun 1985, menyelesaikan S2 di Prodi Pend. Teknologi & Kejuruan IKIP Jakarta di Yogyakarta tahun 1996.

Yogyakarta (Setiawan dkk., 2020). Temuan ini digaungkan dalam penelitian oleh Dhowi dkk., yang menyoroti pentingnya persepsi efikasi diri dan identitas nasional sebagai mediator yang memengaruhi nasionalisme siswa (Dhowi dkk., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa membekali siswa dengan pengetahuan dan kepercayaan diri yang terkait dengan identitas nasional mereka sangat penting dalam mengembangkan sentimen nasionalis. Selain itu, penanaman nasionalisme dalam sastra, sebagaimana diteliti oleh Sudigdo dkk., melengkapi temuan-temuan ini dengan menunjukkan bahwa sastra berfungsi sebagai media yang digunakan calon guru untuk mengeksplorasi dan memperkuat pemahaman mereka tentang nasionalisme (Sudigdo dkk., 2023). Hal ini sejalan dengan gagasan bahwa keterlibatan dengan teks-teks budaya dan sejarah meningkatkan apresiasi siswa terhadap identitas nasional mereka. Di era digital, Matang dan Riyanti mengamati bahwa kewarganegaraan digital secara efektif menumbuhkan nasionalisme di kalangan siswa, yang menunjukkan bahwa platform digital dapat menumbuhkan etos nasional (Matang & Riyanti, 2023). Masing-masing penelitian ini menunjukkan jalur yang beragam namun saling terkait yang dapat digunakan untuk mengembangkan sikap nasionalistis dalam kerangka pendidikan.

Selain itu, keterlibatan kegiatan ekstrakurikuler, seperti Paskibra (pasukan pengibar bendera), memainkan peran penting dalam pembentukan karakter nasional dan nasionalisme di kalangan siswa sekolah menengah, sebagaimana dicatat oleh Fibrianto dan Bakhri. Studi kualitatif mereka menunjukkan bahwa kegiatan tersebut tidak hanya menegakkan disiplin tetapi juga menumbuhkan rasa memiliki dan komitmen terhadap cita-cita nasional (Fibrianto & Bakhri, 2018). Hal ini khususnya berkaitan dengan Proyek Mobilisasi Nasional, yang dapat memanfaatkan strategi ekstrakurikuler serupa untuk menanamkan

rasa nasionalisme dan pengabdian kepada masyarakat di kalangan mahasiswa yang terlibat dalam inisiatif pembangunan nasional.

Implikasi nasionalisme juga meluas ke pembentukan identitas budaya, seperti yang dibahas oleh Putri dan Dewi dalam konteks ideologi Pancasila, yang mendasari pendidikan kewarganegaraan Indonesia. Temuan mereka menggarisbawahi pentingnya menanamkan nilai-nilai nasional sejak usia dini untuk memerangi potensi erosi identitas budaya akibat globalisasi (Putri & Dewi, 2023). Wawasan ini dapat memandu Proyek Mobilisasi Nasional dalam tujuannya untuk menanamkan rasa identitas nasional yang kuat yang beresonansi dengan siswa di seluruh Indonesia.

Lebih jauh, analisis kritis integrasi sosial melalui kerangka pendidikan sangat penting dalam meningkatkan koherensi nasional, seperti yang ditunjukkan oleh Rienties dkk., yang menggunakan analisis jaringan sosial untuk mengeksplorasi interaksi mahasiswa internasional dalam kelas besar (Rienties dkk., 2013). Temuan mereka menunjukkan bahwa memiliki lingkungan belajar sosial yang terstruktur dapat memperkuat integrasi nasional mahasiswa, sebuah gagasan yang dapat dipadukan secara kreatif oleh Proyek Mobilisasi Nasional.

Dimensi lain yang perlu dipertimbangkan adalah dampak wacana politik terhadap pembentukan identitas mahasiswa, seperti yang diilustrasikan oleh eksplorasi Lomer terhadap mahasiswa internasional di Inggris. Meskipun difokuskan pada konteks budaya yang berbeda, penelitian ini menyiratkan bahwa persepsi mahasiswa terhadap identitas nasional dapat dibentuk oleh narasi dan kebijakan eksternal (Lomer, 2014). Oleh karena itu, Proyek Mobilisasi Nasional harus memperhatikan narasi sosial-politik yang memengaruhi pemahaman mahasiswa Indonesia tentang identitas nasional mereka dan menyesuaikan strategi komunikasinya.

Pentingnya pendidik dalam membentuk pemahaman mahasiswa tentang integrasi nasional di era globalisasi ditekankan oleh Rishayati dkk. Mereka menggarisbawahi peran penting guru studi sosial dalam mempersiapkan siswa untuk menjadi warga negara di masyarakat yang beragam (Rishayati et al., 2023). Dengan mengintegrasikan pelajaran ini ke dalam Proyek Mobilisasi Nasional, para pendidik dapat menciptakan lingkungan transformatif di mana nasionalisme tidak hanya diajarkan tetapi juga diperaktikkan melalui keterlibatan masyarakat dan kesadaran sejarah.

Selain itu, menumbuhkan kepekaan antarbudaya di antara siswa sangat penting di negara yang beragam seperti Indonesia. Penelitian oleh Shen dan Zhu mengeksplorasi strategi pengajaran lintas budaya yang dapat meningkatkan pendidikan nasional siswa sambil mengakomodasi latar belakang yang beragam (Shen & Zhu, 2023). Strategi-strategi ini dapat berperan penting dalam memastikan bahwa Proyek Mobilisasi Nasional mempromosikan inklusivitas dalam tujuannya, yang memungkinkan semua siswa menemukan tempat mereka dalam narasi nasional yang lebih luas.

Terakhir, nilai historis mata kuliah identitas nasional, seperti yang dijelaskan oleh Rahmatiani, menggarisbawahi pentingnya menghidupkan kembali warisan budaya lokal dan perannya dalam pembentukan identitas nasional siswa (Rahmatiani, 2022). Mengintegrasikan konteks historis tersebut ke dalam Proyek Mobilisasi Nasional akan memperkaya pengalaman pendidikan siswa dan menumbuhkan hubungan yang lebih dalam dengan identitas nasional mereka, yang berakar pada kesadaran dan kebanggaan lokal.

Singkatnya, sintesis berbagai penelitian menyoroti bahwa menumbuhkan nasionalisme di kalangan siswa melalui inisiatif seperti Proyek Mobilisasi Nasional bergantung pada pendekatan multidimensi. Ini termasuk mempromosikan pemahaman sejarah,

memberikan dukungan psikososial, terlibat dalam kegiatan budaya, dan memanfaatkan platform digital modern untuk meningkatkan hubungan siswa dengan identitas nasional mereka. Dengan memanfaatkan wawasan penelitian ini, proyek ini berpotensi untuk menumbuhkan generasi baru warga negara Indonesia yang memiliki hubungan mendalam dengan etos nasional mereka dan berkomitmen untuk berkontribusi pada pembangunan negara mereka.

## **Daftar Pustaka**

Dhowi, B., Purwono, U., Siswadi, A., Saputra, W., & Iskandar, T. (2022). Pengaruh percieve self-efficacy terhadap nasionalisme yang dimediasi oleh identitas nasional. *Jurnal Diversita*, 8(1), 100-109.

Fibrianto, A. and Bakhri, S. (2018). Pelaksanaan aktivitas ekstrakurikuler paskibra (pasukan pengibar bendera) dalam pembentukkan karakter, moral dan sikap nasionalisme siswa sma negeri 3 surakarta. *Jurnal Moral Kemasyarakatan*, 2(2), 75.

Lomer, S. (2014). Economic objects: how policy discourse in the united kingdom represents international students. *Policy Futures in Education*, 12(2), 273-285.

Matang, M. and Riyanti, D. (2023). Kewargaan digital dalam membentuk nasionalisme mahasiswa di era digital. *j.humanit.civ.educ.*, 1(1), 9-16.

Putri, F. and Dewi, D. (2023). Internalisasi nilai pancasila dalam mata pelajaran pendidikan kewarganegaraan. *rhizome*, 3(1), 28-36.

Rahmatiani, L. (2022). The role of the nation's identity courses towards historical value of karawang city..

Rienties, B., Héliot, Y., & Jindal-Snape, D. (2013). Understanding social learning relations of international students in a large classroom using social network analysis. *Higher Education*, 66(4), 489-504.

Rishayati, S., Nuryana, N., & Hatami, W. (2023). The role of social studies teachers in shaping the awareness of student national integration in the globalization era. *Ijtimaiya Journal of Social Science Teaching*, 7(2), 127.

Setiawan, J., Aman, A., & Wulandari, T. (2020). Understanding indonesian history, interest in learning history and national insight with nationalism attitude. *International Journal of Evaluation and Research in Education (Ijere)*, 9(2), 364.

Shen, A. and Zhu, Q. (2023). Exploring intercultural teaching strategies to promote international students' national education. *Global Humanities and Social Sciences*, 4(05), 225-230.

Sudigdo, A., Pamungkas, O., Hastangka, H., Raharjo, S., & Suprapto, S. (2023). The spirit of nationalism in literature: a case study of students in yogyakarta. *Studies in Learning and Teaching*, 4(1), 134-143.

## **BAB II**

### **STRATEGI PEMBELAJARAN TEKNIK DAN TEKNOLOGI DALAM MENYONGSONG INDONESIA EMAS**

# ALAT BANTU MENGAJAR EV UNTUK PENDIDIKAN VOKASI OTOMOTIF

Dr. Syarif Suhartadi, M.Pd.<sup>14</sup>  
(Universitas Negeri Malang)

*“Media EV autonomous mendorong pemahaman siswa vokasi terhadap teknologi kendaraan listrik melalui pendekatan praktik langsung”*

Dalam dunia pendidikan vokasi, terutama untuk bidang otomotif, penggunaan alat bantu mengajar (ABM) seperti yang difokuskan pada Electric Vehicles (EV) semakin menjadi penting. Hal ini tidak hanya berpengaruh pada kualitas pembelajaran tetapi juga pada kesiapan siswa menghadapi industri yang terus berubah akibat kemajuan teknologi. Berbagai peneliti telah mengkaji relevansi ABM dalam konteks pendidikan vokasi otomotif dan implikasinya untuk mempersiapkan lulusan yang kompeten dan siap kerja. Berikut ini adalah beberapa hasil penelitian yang terpilih dalam kajian ini.

Salah satu penelitian yang menekankan pentingnya kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan industri adalah dari Masykar yang melakukan analisis kebutuhan untuk pendidikan vokasi

---

<sup>14</sup> Penulis lahir di Semarang, 22 November 1964, merupakan Dosen di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik (FT) Universitas Negeri Malang, menyelesaikan studi S1 di Pend. Teknik Otomotif IKIP Yogyakarta tahun 1988, menyelesaikan S2 di Prodi Teknologi Pengajaran IKIP Malang tahun 1992, dan menyelesaikan S3 Prodi Teknologi Pendidikan IKIP Jakarta tahun 1998.

(Masykar, 2019). Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan kurikulum yang berbeda berdasarkan jurusan, termasuk dalam pendidikan vokasi otomotif. Dengan demikian, alat bantu mengajar perlu dikembangkan sesuai dengan kebutuhan spesifik industri otomotif untuk meningkatkan relevansi dan efektivitas pendidikan. Hal ini berkorelasi dengan hasil penelitian oleh Raharja (Raharja, 2019), yang menyoroti peran nilai-nilai Pancasila dalam mengembangkan kemampuan sumber daya manusia, terutama soft skill yang sangat dibutuhkan dalam dunia industri modern, termasuk di sektor otomotif.

Lebih jauh, kapabilitas penggunaan alat bantu mengajar sangat penting, sebagaimana dinyatakan oleh Sukarno et al. Sukarno et al. (2022) dalam penelitiannya mengenai pelatihan alat scanner engine EFI bagi siswa SMK. Hasilnya menunjukkan bahwa pelatihan yang menggunakan alat bantu secara langsung mampu meningkatkan pemahaman siswa mengenai teknologi otomotif, serta kesiapan mereka di dunia kerja. Oleh karena itu, implementasi alat bantu mengajar EV dalam pendidikan vokasi otomotif harus ditujukan untuk tidak hanya memberikan teori, tetapi juga menyertakan praktik langsung yang relevan.

Keterlibatan industri dalam pengembangan kurikulum vokasi juga ditekankan oleh Masykar (Masykar, 2019), di mana implementasi alat bantu mengajar seperti model konseptual dan pelatihan praktis menjadi fundamental. Penelitian lanjutan oleh Sari dan Luthfi Sari & Luthfi (2024) menunjukkan bahwa pendekatan yang mengintegrasikan sains, teknologi, dan masyarakat dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa, yang merupakan fondasi penting dalam berkarir di bidang otomotif. Sehingga, kurikulum pendidikan vokasi yang mengadopsi teknologi terkini dan alat bantu belajar yang interaktif dapat menghasilkan lulusan yang lebih siap menghadapi tantangan di industri otomotif.

Dalam konteks pembelajaran berbasis proyek, Fadillah et al. Fadillah et al. (2021) menyatakan bahwa metode ini terbukti efektif dalam pendidikan vokasi. Implementasi metode ini dengan menggunakan alat bantu mengajar yang relevan dalam pelajaran otomotif dapat mendorong siswa untuk berinovasi dan berpikir kritis. Membuat siswa terlibat langsung dengan proyek riil, dengan menggunakan alat bantu yang ada, akan sangat membantu mereka memahami secara mendalam konsep-konsep otomotif yang kompleks.

Pengabdian masyarakat juga berperan penting dalam peningkatan kompetensi siswa di bidang otomotif, seperti yang diteliti oleh Hais et al. (Hais et al., 2023). Dalam pengembangan robot line follower, misalnya, aktivasi workshop yang menggunakan alat bantu mengajar praktis dapat mendemonstrasikan aplikasi nyata dari teori yang dipelajari siswa, sehingga meningkatkan motivasi dan keterampilan mereka dalam bidang teknologi otomotif. Sementara itu, dengan adanya perubahan mendasar dalam pendidikan akibat pandemi COVID-19, Hermawan et al. Hermawan et al. (2021) mendesak perlunya pendekatan kebijakan pembelajaran yang lebih holistik, termasuk dalam pendidikan vokasi otomotif. Menerapkan alat bantu mengajar yang efektif dalam kondisi pembelajaran jarak jauh, seperti platform digital untuk pembelajaran daring, menjadi tantangan tersendiri yang harus dihadapi oleh pendidik dan institusi pendidikan vokasi.

Salah satu alat bantu, yakni media IT, berfungsi sangat vital dalam pengajaran EV. Nugroho et al. Nugroho et al. (2023) meneliti konsistensi kurikulum pendidikan vokasi yang diperlukan untuk mempersiapkan lulusan yang siap bersaing di pasar kerja, memperkuat perlunya integrasi teknologi dalam pengajaran. Implementasi alat bantu yang mencakup literasi teknologi lainnya harus disesuaikan dengan perkembangan industri otomotif. Dalam

pengembangan materi ajar, Effendi et al. Effendi et al. (2024) menyoroti pentingnya penerapan lifelong learning dalam pendidikan vokasi otomotif. Konsep ini menunjukkan bahwa alat bantu mengajar harus dipandang sebagai proses berkelanjutan yang membantu siswa tidak hanya memahami materi tetapi juga mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang relevan sepanjang karir mereka.

Peran masyarakat dalam memberikan umpan balik terhadap kurikulum dan implementasi alat bantu juga sangat penting. Berdasarkan hasil penelitian oleh Andromeda et al. (Andromeda et al., 2022), interaksi antara dunia pendidikan dan dunia industri membantu menjembatani kesenjangan antara apa yang diajarkan di kelas dan keterampilan yang dibutuhkan di lapangan, terutama untuk alumni dari pendidikan vokasi otomotif.

Penggunaan alat bantu pengajaran yang inovatif harus menjadi bagian dari strategi pengajaran di pendidikan vokasi otomotif. Penerapan pengalaman belajar yang menyenangkan dan menarik dengan dukungan alat bantu modern akan mampu meningkatkan motivasi siswa untuk belajar dan memperdalam pemahaman mereka dalam bidang yang mereka geluti. Dengan demikian, untuk menghasilkan tenaga kerja yang kompeten dan siap menghadapi dunia otomotif, penting untuk memastikan bahwa semua pengajar memiliki akses ke alat bantu yang efektif dan relevan. Dalam rangka meningkatkan efektivitas pendidikan vokasi, perlu adanya kajian dan pengembangan yang berkelanjutan terkait dengan alat bantu mengajar EV. Hal ini sejalan dengan panduan dari berbagai referensi yang menekankan pentingnya adaptasi pendidikan vokasi dengan kebutuhan industri dan kemajuan teknologi. Bagi institusi pendidikan, dalam konteks otomotif, kolaborasi antara pendidik, industri, dan pemangku kepentingan lainnya akan menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan responsif.

## Daftar Pustaka

Andromeda, V., Dewi, I., Prayogo, D., Sitepu, F., Santiko, T., & Arifin, M. (2022). Tata kelola pengasuhan taruna dalam masa pendidikan dan pelatihan politeknik ilmu pelayaran (pip) semarang. *Jurnal Sains Dan Teknologi Maritim*, 22(2), 193.

Effendi, M., Firdausia, F., Nurjanah, L., & Sugandi, R. (2024). Kontribusi lifelong learning pada pendidikan vokasi otomotif non-formal terhadap stakeholder dalam lembaga pendidikan. *Jurnal Pendidikan Riset Dan Konseptual*, 8(2), 314.

Fadillah, R., Ambiyar, A., Giatman, M., Fadhilah, F., Muskhir, M., & Effendi, H. (2021). Meta analysis: efektivitas penggunaan metode project based learning dalam pendidikan vokasi. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 4(1), 138.

Hais, Y., Fuady, S., Nehru, N., Pathoni, H., Tesal, D., Manab, A., ... & Rabiula, A. (2023). Workshop edukasi pembuatan robot line follower menggunakan metode aktif eksperimental untuk meningkatkan kompetensi siswa di sman 15 muaro jambi. *Ejoin Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(3), 116-124.

Hermawan, R., Septian, M., & Hayat, H. (2021). Learning policy model for vocational higher education after the covid-19 pandemic. *Al-Ishlah Jurnal Pendidikan*, 13(3), 2083-2090.

Masykar, T. (2019). Analisa kebutuhan english for specific purpose untuk pendidikan vokasi. *Vocatech Vocational Education and Technology Journal*, 1(1).

Nugroho, P., Wirawan, A., & Nugrahanto, A. (2023). Kajian atas pembentukan konsentrasi dalam program studi di perguruan tinggi: pembelajaran bagi program studi. *Jurnal Sosial Humaniora Sigli*, 6(2), 648-658.

Raharja, H. (2019). Relevansi pancasila era industry 4.0 dan society 5.0 di pendidikan tinggi vokasi. *Journal of Digital Education Communication and Arts (Deca)*, 2(1), 11-20.

Sari, I. and Luthfi, L. (2024). Pengaruh pendekatan sains teknologi masyarakat terhadap keterampilan proses sains siswa vokasi di smkn 2 langsa. *Vocatech Vocational Education and Technology Journal*, 5(2), 147-156.

Sukarno, N., Gunawan, L., & Ghazali, M. (2022). Pelatihan engine scanner efi bagi siswa smk dalam menghadapi dunia kerja otomotif. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Progresif Humanis Brainstorming*, 5(4), 728-733.

# REDESIGN ALAT PEMASANG LAMPU MANUAL SECARA OTOMATIS DENGAN PERBANDINGAN ASPEK ERGONOMI

Maulana Wahyu Ayatullah, S.T., M.Eng.<sup>15</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Luwuk)

*“Merancang ulang alat pemasang lampu otomatis dengan tujuan pada penelitian ini ialah Mengatahui atribut-atribut yang diinginkan konsumen”*

Mengganti bola lampu menggunakan alat dapat memudahkan pengguna sehingga telah banyak ditemukan berbagai inovasi alat pengganti bola lampu seperti desain alat yang telah diciptakan serta inovasi yang dilakukan oleh Frederick dengan dokumen paten US42461322 melakukan inovasi alat pengganti bola lampu yang terdapat cakupan cangkir hisap berfungsi untuk memegang bola lampu. Jesse dengan dokumen paten US39451127 melakukan inovasi pada cengekeraman bola lampu yang dapat mencengkeram berbagai ukuran(Prabowo & Zoelangga, 2019). dengan dokumen CA94256241 melakukan inovasi yang dapat mencengkeram berbagai ukuran dan bentuk bola lampu, serta dapat menjangkau berbagai sudut dan ketinggian langit-langit (Švorčík et al., 2006).

---

<sup>15</sup> Penulis lahir di Luwuk 14 Agustus 1996, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Luwuk, menyelesaikan studi S1 di Teknik Mesin UMY tahun 2018, menyelesaikan S2 di Departemen Teknik Mesin dan Industri UGM pada tahun 2021.

Alat pengganti bola lampu sudah beredar dipasaran, namun dalam segi desain dan cara penggunaanya masih perlu dilakukan pengembangan. Dalam penelitian 30 responden yang terdiri perempuan 13 orang dan laki-laki 17 orang, sebanyak 26 responden (86,67%) dengan tingkat kepuasan yang tinggi dalam menggunakan alat pengganti bola lampu dengan mudah, sedangkan untuk kebutuhan mengganti bola lampu yang dimiliki konsumen sebesar 13,33%. Meningkatnya bidang usaha sebagai upaya untuk meningkatkan jumlah produksi agar memenuhi kebutuhan permintaan pasar. Dengan adanya perubahan desain didalam produk akan menyebabkan rotasi permintaan serta persaingan dengan produk yang lain berdasarkan kesejahteraan dan harga (Irvan, 2011). Produk dikatakan berhasil apabila mampu memenuhi kebutuhan konsumen, maka perlu melakukan desain yang tepat agar dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen.

Pengembangan produk lampu meja belajar menggunakan metode kano dan Quality Function Deployment (QFD), bertujuan untuk melakukan rancangan serta membuat produk lampu meja belajar melalui penambahan fungsi, dengan hasil bahwa rancangan produk lampu meja belajar terdapat 12 atribut *customer requirement* dan 10 prioritas parameter teknis *technical response* (Nurhayati, 2022).

Hasil rekapitulasi atribut kebutuhan konsumen berdasarkan hasil penyebaran kuesioner.

Tabel 1. Rekapitulasi Atribut Kebutuhan Konsumen

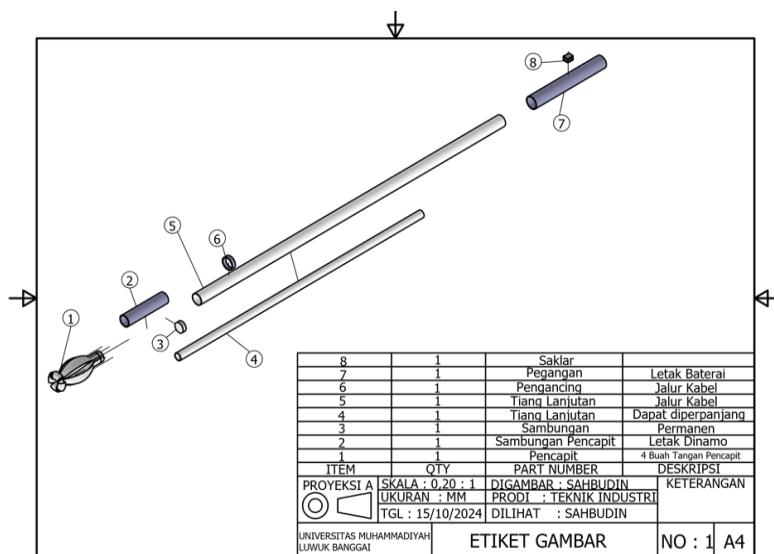
No.	Atribut Produk	Persentase
1	Kemampuan Semua Ukuran	10%
2	Merusak Lampu	9%
3	Daya Cengkram	11%
4	Tongkat Ringan dan Kuat	14%
5	Nyaman ditangan	9%
6	Jangkauan	16%
7	Mudah digunakan	14%
8	Mampu berputar tanpa menggerakan tangan	20%
9	Berputar otomatis	20%
10	Tahan Lama	10%
Rata-rata		13%

Hasil analisis atribut dijadikan sebagai dasar dalam perancangan ulang alat pengganti lampu. Rancangan ini terdiri atas 1 atribut difokuskan pada penambahan fungsi kinerja alat yang mampu bekerja memutar lampu secara otomatis. Pengumpulan data selanjutnya dilakukan pengolahan data penelitian. Pengolahan data dilakukan pengujian validitas dan reliabilitas data yang terkumpul bertujuan untuk menguji kevalidatan dan konsistensi data. Uji validitas dan reliabilitas penelitian menggunakan bantuan IBM SPSS Statistics 27. Hasil pengujian validitas dan reabilitas dari model kano dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Uji Validitas Kuisioner

No.	Atribut Produk	Fungsional Kuisioner			Disfungsional Kuisioner		
		<i>Corrected Item Total Correlation</i>	R-Tabel	Hasil	<i>Corrected Item Total Correlation</i>	R-Tabel	Hasil
1	Cengkeram berbagai ukuran	0.453	0.284	Valid	0.471	0.284	Valid
2	Cengkeraman tidak merusak	0.371	0.284	Valid	0.468	0.284	Valid
3	Alat kuat mencengkeram	0.337	0.284	Valid	0.304	0.284	Valid
4	Tongkat ringan & kuat	0.338	0.284	Valid	0.447	0.284	Valid
5	Tongkat nyaman	0.452	0.284	Valid	0.376	0.284	Valid
6	Ukuran tongkat panjang	0.320	0.284	Valid	0.358	0.284	Valid
7	Mudah digunakan	0.343	0.284	Valid	0.338	0.284	Valid
8	Jangkau setiap sudut	0.305	0.284	Valid	0.549	0.284	Valid
9	Otomatis	0.348	0.284	Valid	0.315	0.284	Valid
10	Tahan lama	0.523	0.284	Valid	0.400	0.284	Valid

Hasil pengujian validitas dinyatakan data valid apabila nilai  $r$  tabel lebih kecil dari pada nilai  $r$  hitung dengan Tingkat signifikansi 5% dan *degree of freedom (df)* sebesar 48 (Ridwan, Latuba, & Jultisno, 2024). Hal ini menunjukan bahwa hasil pengujian kuisione dapat diterima dan dilanjutkan ke tahap perancangan alat.



Gambar 1. Redesign alat pengganti lampu otomatis

Tongkat terbuat dari bahan pipa PVC berdiameter 26 mm di bagian pegangan 22 mm tongkat bagian pertama dan 18 mm tongkat di bagian kedua, dengan panjang keseluruhan tongkat 2000mm. dapat di lihat pada diatas. *Polivinil Klorida* memiliki sifat mekanik seperti bobot ringan, mudah di bentuk, kekuatan dan kekerasan tinggi, serta mampu didaur ulang.

Dari hasil penelitian ini terdapat aspek ergonomi di kecepatan suatu putaran, berat, penggunaan, dan tombol kontrol alat. yang

memiliki perbedaan dengan alat lama dapat di lihat pada tabel 3 di bawah.

Tabel 3. Perbandingan aspek ergonomi alat

No	Aspek	Alat lama	Alat baru
1	Kecepatan pemasangan	5 detik	3 detik
2	Berat	3 ons	3 ons
3	Penggunaan	Masih memutar alat di bagian pegangan	Hanya menekan tombol kontrol
4	Tombol kontrol	Tidak memiliki	Memiliki tombol

## Daftar Pustaka

Irvan, M. (2011). Fase Pengembangan Konsep Produk Dalam Kegiatan Perancangan dan Pengembangan Produk. *Jurnal Ilmiah Faktor Exacta*, 4(3), 261–274. Retrieved from [https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor\\_Exacta/article/view/55](https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/55)

Nurhayati, E. (2022). Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dalam proses pengembangan desain produk Whiteboard Eraser V2. *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, 5(2), 75–82.

Prabowo, R., & Zoelangga, M. I. (2019). Pengembangan Produk Power Charger Portable dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 55–62.

Ridwan, Latuba, J., & Jultisno, H. (2024). Analisis Pemeliharaan Mesin Sheller Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM ) pada PT . SASL and Sons, *1*(1), 1–9.

Švorčík, V., Kolářová, K., Slepíčka, P., Macková, A., Novotná, M., & Hnatowicz, V. (2006). Modification of surface properties of high and low density polyethylene by Ar plasma discharge. *Polymer Degradation and Stability*, *91*(6), 1219–1225.

# PERAN TEKNIK INDUSTRI DALAM TRANSFORMASI DIGITAL

Renita Cahyani, S.T., M.T.<sup>16</sup>

(Universitas Muhammadiyah Luwuk)

*“Teknik Industri berperan penting dalam mengintegrasikan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan daya saing perusahaan secara berkelanjutan.”*

Perkembangan teknologi digital telah membawa dampak yang sangat signifikan terhadap cara perusahaan beroperasi dan berkompetisi. Transformasi digital bukan lagi sebuah pilihan, melainkan kebutuhan mendesak bagi perusahaan agar tetap relevan di tengah persaingan global yang semakin dinamis. Di tengah arus perubahan ini, kehadiran disiplin Teknik Industri menjadi semakin penting dan strategis. Teknik Industri tidak hanya berperan dalam optimalisasi proses dan efisiensi operasional, tetapi juga menjadi katalisator utama dalam penerapan teknologi digital secara menyeluruh di dalam perusahaan.

Teknik Industri merupakan bidang multidisipliner yang menggabungkan prinsip teknik, manajemen, sistem informasi, dan analisis proses untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Dalam konteks transformasi digital, kemampuan teknik industri

---

<sup>16</sup> Penulis lahir di Padacenga, 26 November 1997, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Industri, fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Luwuk, menyelesaikan studi S1 di Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Luwuk tahun 2019, menyelesaikan S2 di Fakultas Teknologi Industri Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia tahun 2023.

untuk memahami sistem secara holistik, mengelola perubahan, serta mengintegrasikan teknologi dengan proses bisnis menjadikannya sangat relevan.

## 1. Optimalisasi Proses Melalui Digitalisasi

Digitalisasi telah menjadi pendorong utama dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses bisnis di berbagai sektor industri. Dengan memanfaatkan teknologi seperti *Enterprise Resource Planning* (ERP), *workflow automation*, dan *artificial intelligence* (AI), perusahaan mampu menghilangkan redundansi, mempercepat proses pengambilan keputusan, dan mengurangi biaya operasional. Digitalisasi memungkinkan integrasi sistem dan data secara menyeluruh sehingga seluruh unit dalam organisasi dapat beroperasi secara sinkron dan responsif terhadap perubahan lingkungan bisnis (Heizer et al., 2020).

Digitalisasi juga mendorong perbaikan kualitas proses melalui pengurangan kesalahan manusia dan peningkatan konsistensi output. Otomatisasi proses, seperti dalam pemrosesan data dan manajemen inventori, telah terbukti meningkatkan akurasi dan kecepatan layanan. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pemantauan kondisi mesin dan lingkungan produksi secara *real-time*, yang mendukung pelaksanaan perawatan prediktif dan pengendalian mutu yang lebih baik (Slack et al., 2019).

Lebih lanjut, digitalisasi memberikan fondasi bagi inovasi proses bisnis secara berkelanjutan. Dengan menggunakan big data dan data *analytics*, perusahaan dapat melakukan analisis kinerja secara mendalam dan menemukan peluang perbaikan yang sebelumnya tidak terlihat. Proses bisnis tidak hanya menjadi lebih ramping, tetapi juga lebih adaptif dan berbasis data. Hal ini menciptakan keunggulan kompetitif yang kuat

dalam lingkungan bisnis yang semakin kompleks dan dinamis (Chen et al., 2015).

## 2. Perancangan Sistem Produksi Berbasis Teknologi

Perancangan sistem produksi berbasis teknologi merupakan langkah strategis untuk meningkatkan daya saing industri di era digital. Dalam pendekatan ini, teknologi digunakan tidak hanya sebagai alat bantu, tetapi sebagai komponen integral dalam seluruh siklus produksi. Teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), sistem otomasi, dan sensor cerdas memungkinkan penciptaan sistem produksi yang fleksibel, responsif, dan efisien. Peran teknik industri dalam perancangan sistem ini sangat penting karena mengintegrasikan aspek teknis, manusia, dan organisasi secara menyeluruh (Groover, 2015).

Teknik Industri menggunakan berbagai alat dan metode seperti simulasi proses, perancangan tata letak pabrik (*facility layout*), dan analisis kapasitas untuk memastikan bahwa sistem produksi yang dirancang mampu memenuhi permintaan pasar dengan biaya minimal. Selain itu, teknologi digital seperti sistem *Manufacturing Execution System* (MES) dan ERP turut membantu dalam pemantauan dan pengendalian produksi secara *real-time*. Dengan informasi yang terintegrasi, manajer produksi dapat mengambil keputusan yang lebih cepat dan akurat, sehingga mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas (Heizer et al., 2020).

Penerapan teknologi juga membuka peluang bagi konsep produksi cerdas (*smart manufacturing*), di mana sistem dapat beradaptasi secara otomatis terhadap perubahan permintaan dan kondisi operasional. Teknologi seperti *artificial intelligence* (AI) dan *machine learning* memungkinkan analisis prediktif terhadap kebutuhan perawatan mesin dan pengoptimalan jadwal produksi. Dengan desain sistem produksi yang berbasis

teknologi, perusahaan tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memperoleh keunggulan kompetitif jangka panjang di tengah dinamika industri global (Kumar et al., 2019).

### 3. Penguatan Rantai Pasok Digital (Digital Supply Chain)

Transformasi digital juga menyangkut aspek rantai pasok perusahaan. Konsep rantai pasok digital menuntut adanya integrasi *real-time* antara pemasok, manufaktur, distributor, dan pelanggan melalui platform digital. Teknik Industri berperan dalam mendesain dan mengelola rantai pasok yang responsif dan berbasis data. Dengan keahlian dalam analisis jaringan logistik, peramalan permintaan, serta manajemen persediaan, teknik industri mendukung pengambilan keputusan berbasis informasi terkini.

Pemanfaatan teknologi seperti RFID, *blockchain*, dan sistem pelacakan otomatis memungkinkan perusahaan untuk memiliki visibilitas *end-to-end* dalam rantai pasok. Insinyur industri dapat merancang sistem pelaporan dan dashboard berbasis *Business Intelligence* (BI) yang memudahkan manajer dalam mengidentifikasi risiko, memonitor kinerja, dan melakukan penyesuaian secara cepat. Dengan demikian, keberadaan Teknik Industri dalam tim transformasi digital perusahaan sangat menentukan efektivitas implementasi digital supply chain.

### 4. Pemanfaatan Big Data dan Analisis Prediktif

Dalam era digital, data menjadi aset strategis. Perusahaan yang mampu mengelola dan menganalisis data secara efektif akan memiliki keunggulan kompetitif yang signifikan. Teknik Industri, yang memiliki landasan kuat dalam statistik, riset operasi, dan analitik, sangat cocok untuk mendukung pemanfaatan big data dalam pengambilan keputusan.

Insinyur industri dapat mengembangkan model prediktif untuk memperkirakan permintaan pasar, mendeteksi potensi

kegagalan sistem, atau mengoptimalkan alokasi sumber daya. Kolaborasi dengan data *scientist* menjadi kunci dalam menciptakan solusi analitik yang aplikatif dan berdampak langsung terhadap kinerja perusahaan. Di samping itu, Teknik Industri juga berperan dalam memastikan bahwa sistem informasi yang digunakan dapat mengakomodasi kebutuhan pengguna akhir secara ergonomis dan efisien.

## 5. Pengelolaan Perubahan dan Pengembangan SDM Digital

Transformasi digital tidak hanya melibatkan teknologi, tetapi juga perubahan budaya organisasi dan perilaku kerja. Teknik Industri memiliki pendekatan yang terstruktur dalam manajemen perubahan (change management), termasuk perencanaan pelatihan, pengelolaan resistensi, dan komunikasi perubahan. Hal ini penting agar proses transformasi berjalan lancar dan mendapat dukungan dari seluruh lapisan organisasi.

Selain itu, Teknik Industri juga fokus pada pengembangan sumber daya manusia, termasuk desain kerja yang lebih fleksibel, penyesuaian beban kerja, dan peningkatan keterampilan digital. Di era kerja *hybrid* dan *remote*, insinyur industri dapat membantu merancang sistem kerja yang tetap produktif dan terukur. Dengan demikian, transformasi digital tidak hanya berhenti pada adopsi teknologi, tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang adaptif dan berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

Chen, D. Q., Preston, D. S., & Swink, M. (2015). How the Use of Big Data Analytics Affects Value Creation in Supply Chain Management. *Journal of Management Information Systems*, 32(4), 4–39.

Groover, M. P. (2015). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4th ed.). Pearson.

Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations Management* (13th ed.). Pearson.

Kumar, S., Liu, D., & Shan, Z. (2019). Smart manufacturing systems: Characteristics and technological enablers. *Journal of Manufacturing Systems*, 51, 61–73.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2019). *Operations Management* (9th ed.). Pearson Education.

# STATISTIK INDUSTRI DALAM KONTEKS NYATA: STRATEGI PEMBELAJARAN BERBASIS STUDI KASUS

Nur'irni Nahri Sakinah, S.T., M.T.<sup>17</sup>

(Universitas Muhammadiyah Luwuk)

*”Strategi pembelajaran berbasis studi kasus membantu mahasiswa memahami statistik industri melalui penerapan langsung pada masalah nyata di lapangan”*

Statistik Industri merupakan salah satu mata kuliah penting dalam Teknik Industri yang membahas mengenai metode-metode dalam proses pengambilan keputusan. Mahasiswa banyak mengalami kesulitan dalam menentukan metode-metode yang akan digunakan dalam pengambilan keputusan. Hal ini disebabkan karena kebanyakan mahasiswa mengalami kesulitan dalam proses pemahaman konsep statistik yang dianggap teoritis dan kurang kontekstual. Pembelajaran yang sering berfokus pada rumus dan perhitungan seperti halnya pada mata kuliah Statistik Industri yang tidak dikaitkan dengan penerapan pada dunia nyata. Tujuan bab ini yaitu menjelaskan mengenai strategi pembelajaran berdasarkan studi kasus nyata dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mahasiswa dalam Statistik Industri. Statistik mempunyai peran yang penting dalam industri yang

---

<sup>17</sup> Penulis lahir di Luwuk, 19 Juli 2000, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai, menyelesaikan studi S1 di Teknik Kimia FTI Institut Teknologi Nasional Malang tahun 2022, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Teknik Industri di Institut Teknologi Nasional Malang tahun 2024.

bertujuan untuk mengukur kualitas produk, menganalisis variasi proses dan membantu dalam proses perencanaan produksi.

Strategi pembelajaran berbasis studi kasus merupakan pendekatan aktif yang menempatkan mahasiswa sebagai pusat proses pembelajaran. Dalam konteks mata kuliah Statistik Industri, pendekatan tersebut mempunyai tujuan untuk menjembatani kesenjangan antara teori statistik dan praktik nyata dalam dunia industri. Alih-alih hanya menghafal rumus dan prosedur yang dilakukan dalam menganalisis data, mahasiswa diajak untuk menganalisis situasi rill yang menggambarkan tantangan yang sering dihadapi oleh perusahaan pada industri manufaktur atau industri jasa.

Pendekatan tersebut menekankan pada *problem-based learning* dimana mahasiswa diberikan studi kasus berupa data produksi, hasil inspeksi kualitas dan hasil survei kepuasan pelanggan. Mahasiswa diminta untuk melakukan analisis statistik seperti pengukuran sebaran data, uji normalitas, control chart atau regresi linear sederhana. Ketika mahasiswa dilibatkan dengan data nyata (data simulasi yang menyerupai kondisi lapangan), mahasiswa tidak hanya terfokus untuk berlajar menghitung, tetapi juga memahami *mengapa* analisis tersebut dilakukan dan *bagaimana* hasilnya digunakan dalam proses pengambilan keputusan.

Strategi pembelajaran ini juga mengembangkan *higher order thinking skills* seperti analisis sintesis dan evaluasi. Dalam diskusi kelompok, mahasiswa bisa membandingkan hasil analisis antar kelompok, mempertanyakan validitas data dan merumuskan saran perbaikan pada proses produksi. Implementasi strategi pembelajaran berbasis studi kasus membutuhkan desain rencana pembelajaran yang terstruktur dan fleksibel. Topik-topik yang dapat dituangkan dalam rencana pembelajaran semester seperti distribusi probabilitas, kontrol kualitas, analisis regresi dan uji hipotesis dapat didesain dengan kasus nyata. Misalnya pada topik

kontrol kualitas, dosen dapat menyiapkan modul studi kasus yang mencakup analisis data dari proses produksi kemasan plastik. Setiap modul bisa berisi tujuan pembelajaran, skenario kasus, dataset, petunjuk analisis, serta rubrik penilaian berbasis proyek. Proses evaluasi dilakukan dengan adanya laporan kelompok, presentasi dan diskusi kelas dengan bobot penilaian yang mencerminkan pemahaman dari konsep, ketepatan hasil yang dianalisa serta kemampuan berkomunikasi hasil. Peran dosen dalam hal ini berrgeser dari penyampai materi menjadi fasilitator dan pembimbing diskusi. Dosen mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, merumuskan hipotesis dan memvalidasi temuan mereka dengan pendekatan statistik yang sesuai.

Beberapa manfaat dari penerapan strategi pembelajaran dengan studi kasus dalam pembelajaran Statistik Industri yaitu:

1. Meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan keterlibatan mahasiswa
2. Mengembangkan kemampuan analisis data dan interpretasi hasil
3. Menghubungkan teori statistik dengan konteks bisnis dan proses industri nyata
4. Meningkatkan kolaborasi dan komunikasi melalui kerja tim dan presentasi hasil

Berikut contoh sebuah studi kasus yang bisa diangkat dari proses produksi air minum dalam kemasan. Mahasiswa diberikan data yang berisi volume pengisian botol dari 30 sampel harian. Mahasiswa diminta untuk membuat diagram histogram, menghitung rata-rata dan standar deviasi serta membuat *control chart* X dan R. Kemudian mahasiswa menganalisa parameter proses pengisian stabil dan sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan.

Dalam topik yang berisi tentang analisis regresi dapat digunakan data hubungan antara waktu kerja mesin dengan jumlah cacat yang muncul pada produk. Berdasarkan kasus tersebut, mahasiswa diberikan tugas untuk menentukan model regresi linear dan mengevaluasi nilai koefisiensi determinasi ( $R^2$ ). Studi kasus ini tidak hanya menguji mengenai pemahaman statistik, tetapi juga mendorong mahasiswa untuk memahami hubungan antara analisis data dan pengambilan keputusan dalam proses industri. Dengan adanya integrasi studi kasus, pembelajaran Statistik Industri menjadi lebih memiliki makna, aplikatif dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja pada saat ini.

Berdasarkan pengalaman dikelas pada saat diterapkan pembelajaran berbasis studi kasus, mahasiswa terlihat cenderung lebih antusias dan aktif saat dihadapkan dengan studi kasus nyata. Mahasiswa merasa bahwa pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan menantang, sehingga dalam hal ini dapat meningkatkan motivasi dan daya analitis. Dosen juga mencatat bahwa mahasiswa lebih cepat dan mudah mengerti konsep statistik saat mereka dihadapkan pada data yang nyata dan bukan hanya sekedar soal-soal teoritis. Terdapat beberapa mahasiswa bahkan yang menunjukkan minat lebih dalam untuk mengesplorasi *software* statistik seperti *Excel* dan *SPSS*. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis studi kasus tidak hanya meningkatkan pemahaman akademik, tetapi juga menumbuhkan kesiapan kerja dan semangat belajar mandiri.

Penerapan strategi pembelajaran berbasis studi kasus tidak lepas dari tantangan. Salah satu tantangan utama dalam penerapan strategi adalah ketersediaan data industri yang autentik dan relevan. Untuk mengatasi ini, dosen dapat menggunakan data simulasi atau membuat skenario realistik berbasis literatur dan pengalaman industri. Penggunaan teknologi seperti *excel*, *SPSS* dan *software* statistik lainnya merupakan solusi yang penting

dalam mempercepat dan memudahkan proses analisis. Strategi pembelajaran berbasis studi kasus nyata terbukti meningkatkan pemahaman dan partisipasi aktif mahasiswa. Dosen disarankan menggunakan data nyata atau simulasi dalam mengajarkan konsep statistik.

### **Daftar Pustaka**

Sanusi. 2021. Statistik Industri Berbasis Project Based Learning (PjBL). Riau : Yayasan Insan Mandiri Batam.

# MATERIAL MASA DEPAN: EKSPLORASI BAMBU REKAYASA

Mirzal Yacub, S.T., M.Sc.<sup>18</sup>  
(Universitas Negeri Medan)

*“Bambu rekayasa berpotensi menjadi material masa depan yang kuat, fleksibel, inovatif, dan mendukung pembangunan berkelanjutan.”*

Dunia arsitektur dan konstruksi saat ini sedang bergerak ke arah material yang tidak hanya kuat secara struktural, tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan. Seiring meningkatnya kesadaran akan krisis iklim dan tekanan terhadap sumber daya alam, pencarian material alternatif menjadi sangat penting. Salah satu material yang kini mendapatkan perhatian besar adalah bambu rekayasa (*engineered bamboo*). Bambu selama ini dikenal sebagai material tradisional di berbagai belahan dunia, khususnya di kawasan tropis seperti Asia Tenggara. Namun, berkat inovasi teknologi material, bambu kini dapat diolah menjadi komposit berkekuatan tinggi yang mampu menggantikan kayu keras bahkan baja ringan dalam aplikasi struktural. Proses rekayasa menjadikan bambu lebih stabil, tahan lama, dan serbaguna, sehingga layak disebut sebagai material masa depan dalam dunia arsitektur.

---

<sup>18</sup> Penulis lahir di Lhokseumawe, 15 Desember 1988, merupakan Dosen pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan, menyelesaikan studi S1 Arsitektur di Fakultas Teknik UNIMAL tahun 2012, menyelesaikan S2 di Universiti Sains Malaysia pada bidang Teknologi Bangunan tahun 2016.

Bambu rekayasa adalah produk hasil modifikasi bambu alami melalui berbagai proses seperti pemotongan, pengeringan, pengawetan, pelapisan, dan pengepresan, yang kemudian membentuk panel, balok, atau komposit yang siap digunakan untuk kebutuhan konstruksi. Jenis produk yang umum antara lain *Laminated Bamboo Lumber* (LBL), *Bamboo Scrimber*, dan *Bamboo Strand Board*. Melalui proses pengolahan modern, bambu tidak hanya memiliki tampilan estetis yang menarik, tetapi juga menawarkan performa struktural yang sangat baik. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa bambu rekayasa memiliki kekuatan mekanik yang sebanding, bahkan dalam beberapa kasus melebihi, material konvensional seperti kayu dan beton. Hal ini memperkuat posisi bambu sebagai alternatif yang layak untuk menggantikan bahan struktural tradisional dalam praktik arsitektur kontemporer (Sharma dkk, 2015:72).

Ada beberapa keunggulan yang dimiliki oleh bambu rekayasa, yaitu kekuatan mekanik tinggi, pertumbuhan cepat dan terbarukan, estetika dan fleksibilitas desain, dan ramah lingkungan. Setelah melalui proses teknologi seperti laminasi dan pemadatan, bambu mampu memiliki daya tekan dan tarik yang setara bahkan melebihi material seperti kayu keras dan beton. Di Indonesia, ada jenis Bambu Ori Banyuwangi Laminasi yang berdasarkan sifat mekanisnya dapat disetarakan dengan kayu kelas kuat II dan kode E25 (Rifqi dkk, 2022: 40). Hal ini menandai potensi besar bambu sebagai material yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga efisien secara teknis.

Keunggulan lain dari bambu adalah sifatnya yang terbarukan dan pertumbuhannya yang sangat cepat. Berbeda dengan kayu yang memerlukan waktu puluhan tahun untuk dapat dipanen, bambu dapat dipanen dalam kurun waktu 3 hingga 5 tahun, menjadikannya sebagai sumber daya alam yang jauh lebih berkelanjutan. Bambu merupakan sumber daya alam yang cepat

tumbuh dan terbarukan, menjadikannya alternatif yang ramah lingkungan dalam industri konstruksi (Fahim dkk, 2022:165). Karakter ini menjadikan bambu sebagai solusi atas krisis ketersediaan material konstruksi yang semakin terbatas. Dengan manajemen budidaya yang baik, bambu mampu memberikan pasokan material yang konsisten tanpa merusak ekosistem.

Dari segi desain, bambu rekayasa menawarkan fleksibilitas bentuk dan tekstur alami yang estetik. Melalui pengolahan tertentu, bambu dapat dibentuk menjadi panel, papan, bahkan struktur modular dengan tampilan modern. Warna dan pola serat bambu memberikan karakter visual yang hangat dan unik, sangat sesuai untuk arsitektur tropis maupun kontemporer. Gallus dan Arif (2022:72) menegaskan bahwa bambu tidak hanya memenuhi fungsi struktural, tetapi juga memiliki nilai seni yang tinggi dalam desain arsitektur berkelanjutan. Selain itu, bambu dikenal sebagai material yang sangat ramah lingkungan. Selama masa pertumbuhannya, bambu menyerap karbon dioksida dalam jumlah besar dan membantu menurunkan jejak emisi karbon dalam sektor konstruksi. Proses pengolahannya juga cenderung lebih hemat energi dibandingkan produksi baja atau beton. Oleh karena itu, penggunaan bambu rekayasa tidak hanya memberikan manfaat teknis dan estetis, tetapi juga menjadi kontribusi penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim dan pembangunan yang berwawasan lingkungan.

Meskipun bambu rekayasa menunjukkan banyak keunggulan sebagai material konstruksi modern—mulai dari kekuatan struktural yang tinggi hingga keberlanjutan lingkungan—penggunaannya masih menghadapi sejumlah kendala implementatif. Salah satu masalah utama adalah kurangnya standar teknis dan regulasi khusus yang mengatur penggunaan bambu rekayasa secara luas di sektor konstruksi. Di Indonesia, misalnya, belum terdapat Standar Nasional Indonesia (SNI) yang

secara khusus membahas karakteristik dan aplikasi struktural bambu rekayasa. Ketidakhadiran standar ini menyulitkan para arsitek, kontraktor, dan insinyur dalam merancang bangunan yang menggunakan material tersebut secara legal dan aman.

Selain persoalan regulasi, persepsi masyarakat terhadap bambu sebagai material tradisional dan inferior juga menjadi hambatan tersendiri. Banyak kalangan masih menganggap bambu hanya cocok untuk bangunan sederhana atau bersifat sementara, bukan sebagai elemen struktural utama untuk gedung modern (Khomsa dkk, 2023:43). Kurangnya edukasi serta sosialisasi teknologi bambu rekayasa menyebabkan banyak pihak belum mengetahui potensi dan kapabilitas sebenarnya dari material ini.

Kendala lainnya adalah terbatasnya kapasitas industri dalam memproduksi bambu rekayasa secara massal dan konsisten. Meskipun permintaan terhadap material ramah lingkungan terus meningkat, jumlah produsen bambu rekayasa di Indonesia masih relatif sedikit. Hal ini menyebabkan ketersediaan bahan tidak merata dan harga menjadi relatif tinggi. Menurut Gallus dan Arif (2022:63), dukungan terhadap pengembangan industri bambu, termasuk infrastruktur produksi dan pelatihan teknis, sangat diperlukan agar bambu rekayasa dapat menjadi bagian integral dari sistem pembangunan nasional.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, dibutuhkan pendekatan kolaboratif antara pemerintah, akademisi, pelaku industri, dan masyarakat. Pemerintah perlu mempercepat penyusunan standar teknis dan memberi insentif bagi industri pengolahan bambu. Sementara itu, institusi pendidikan dan media memiliki peran penting dalam membangun citra baru bambu sebagai material konstruksi modern yang andal. Dengan demikian, bambu rekayasa dapat berkembang tidak hanya sebagai solusi teknis, tetapi juga sebagai simbol kemajuan arsitektur berkelanjutan di Indonesia.

Bambu rekayasa adalah representasi nyata dari bagaimana kearifan lokal dapat diolah menjadi solusi global. Dengan kombinasi kekuatan, estetika, dan keberlanjutan, bambu rekayasa memiliki posisi strategis dalam arsitektur masa depan. Tantangan yang ada bukanlah penghalang, melainkan peluang untuk memperluas pemanfaatannya secara cerdas dan bertanggung jawab.

## Daftar Pustaka

Fahim, M., Haris, M., Khan, W., & Zaman, S. 2022. Bamboo as a Construction Material: Prospects and Challenges. *Advances in Science and Technology – Research Journal*. Vol 16(3), Juni 2022. ISSN: 2299-8624

Gallus, P. D., & Arif, K. A. 2022. Keberlanjutan Material Bambu Pada Bangunan Aula Bambu Bumi Pemuda Rahayu. *Jurnal RISA: Riset Arsitektur*, Vol 6 No 01. ISSN: 2548-8074

Khomsah, S., Nugraha, N. A. S., Marlini, W., Karima, H. Q. Hendrawardani, B. 2023. Pelatihan dan Pendampingan Perajin Bambu Desa Grujungan untuk Meningkatkan Kualitas Irat dan Diversifikasi Produk. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*. Vol 4 No 1, Juli 2023.. e-ISSN: 2723-4118.

Rifqi, M. G., Amin, M. S., Bactiar, R. R., Pranowo, D.D., Syafa'at, H.M. 2022. Karakteristik Bambu Ori Banyuwangi Laminasi Susunan Brick Ditinjau dari Kekuatan Tekan, Tarik, dan Lentur. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*. Vol 11 No 1, Juni 2022 e-ISSN: 2303-2693, p-ISSN: 2581-2939

Sharma, B., Gatoo, A., Bock, M., & Ramage, M. 2015. Engineered bamboo for structural applications. *Construction and Building Materials*, Vol 81, April 2015.

# STRATEGI JUST-IN-TIME (JIT) DALAM PENGELOLAAN INVENTORI

Fitri Sylvianti Titong, S.T., M.T.<sup>19</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Luwuk)

*“Dalam pengelolaan inventori, strategi Just-In-Time (JIT) bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi produksi dengan meminimalkan persediaan dan mengandalkan pengiriman tepat waktu.”*

**D**i era industri yang kompetitif, pengelolaan inventori menjadi faktor penting dalam efisiensi operasional. Salah satu pendekatan efektif yang banyak digunakan adalah strategi Just-In-Time (JIT), yaitu sistem manajemen produksi dan inventori yang menekankan pada pengurangan stok dan pengiriman bahan tepat waktu sesuai kebutuhan produksi. Dikembangkan oleh Toyota pada 1970-an, JIT bertujuan mengurangi pemborosan (*waste*), mempercepat aliran produksi, serta menurunkan biaya penyimpanan (Ghobakhloo & Ching, 2019: 357). Meski menawarkan banyak keunggulan, penerapan JIT memiliki tantangan, seperti ketergantungan tinggi terhadap pemasok dan kebutuhan akan sistem informasi yang andal. Oleh karena itu, strategi ini menuntut perencanaan matang, koordinasi erat dengan pemasok, dan kualitas yang terjaga. Just-In-Time menjadi relevan

---

<sup>19</sup> Penulis lahir di Luwuk, 29 Januari 1998, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Luwuk Banggai, menyelesaikan studi S1 di TI FT UMLB tahun 2019, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Teknik Industri FTI Universitas Islam Indonesia tahun 2024.

dalam konteks globalisasi dan kebutuhan industri untuk merespons cepat terhadap perubahan permintaan pasar. Seiring meningkatnya kompleksitas rantai pasok, perusahaan dituntut untuk lebih responsif, efisien, dan fleksibel dalam pengelolaan material. JIT memberikan solusi dengan meminimalkan inventori yang tidak produktif dan menekan biaya operasional. Penerapan strategi ini juga dinilai sejalan dengan prinsip lean manufacturing yang mendorong perusahaan untuk fokus pada nilai tambah dan menghilangkan aktivitas yang tidak efisien.

### 1. Konsep Dasar Just-In-Time

Konsep Just-In-Time berakar pada prinsip lean yang menitikberatkan pada penciptaan nilai tanpa pemborosan. Dalam konteks industri modern, JIT tidak hanya berfungsi sebagai strategi produksi, tetapi juga sebagai kerangka kerja untuk membangun budaya efisiensi dan disiplin operasional. Pendekatan ini mengharuskan keterlibatan menyeluruh dari seluruh rantai nilai, mulai dari manajemen puncak hingga tenaga kerja di lantai produksi, guna memastikan bahwa setiap aktivitas berkontribusi langsung pada penciptaan nilai pelanggan. Lebih jauh, penerapan JIT menuntut transparansi informasi, integrasi sistem, serta keselarasan proses lintas fungsi yang kuat. Seiring perkembangan teknologi, sistem JIT juga mengalami transformasi digital, di mana penggunaan teknologi informasi memungkinkan pemantauan dan respons yang lebih cepat terhadap fluktuasi permintaan (Mandal et al., 2023: 82).

Just-In-Time merupakan filosofi manajemen yang menitikberatkan pada produksi sesuai permintaan dan eliminasi pemborosan. Prinsip dasarnya mencakup:

- a. Produksi berbasis permintaan (*pull system*)
- b. Pengurangan stok dan peningkatan efisiensi

c. Peningkatan kualitas dan perbaikan berkelanjutan (Singh & Verma, 2020: 153)

Berbeda dari pendekatan konvensional, JIT bertujuan memproduksi barang hanya saat diperlukan, sehingga menekan biaya dan meningkatkan kelincahan operasional.

## 2. Komponen Utama dalam Sistem JIT

a. Pull System

Produksi dimulai berdasarkan permintaan aktual, bukan prediksi, guna menghindari overproduksi dan penumpukan inventori.

b. Pengurangan Setup Time

Waktu setup yang singkat memungkinkan produksi dalam batch kecil. Teknik SMED (*Single-Minute Exchange of Die*) mendukung efisiensi ini (Soni et al., 2022: 146).

c. Pengendalian Kualitas Total

Dengan minimnya stok buffer, kualitas harus dijaga ketat agar tidak mengganggu proses produksi. Setiap tahap produksi harus mencakup kontrol kualitas.

d. Hubungan Dengan Pemasok

Penerapan JIT membutuhkan kemitraan strategis dengan pemasok agar pengiriman material tepat waktu dan berkualitas terjamin (Agyabeng-Mensah et al., 2021: 960).

## 3. Implementasi JIT dalam Pengelolaan Inventori

Strategi JIT menuntut sinkronisasi antara permintaan produksi dan pasokan bahan. Implementasi JIT bukan hanya perubahan teknis dalam sistem produksi, tetapi transformasi manajerial dan budaya kerja. Keberhasilan implementasi memerlukan keterlibatan seluruh level organisasi, pelatihan

karyawan, serta penguatan komunikasi antar departemen. Selain itu, perusahaan harus memastikan infrastruktur teknologi yang mendukung visibilitas rantai pasok secara real-time.

Langkah implementasinya meliputi: A) Penyusunan jadwal produksi fleksibel. B) Penggunaan sistem Kanban untuk mengontrol aliran material. C) Kolaborasi erat dengan pemasok local. D) Pemanfaatan teknologi informasi untuk pemantauan inventori secara real-time (Mandal et al., 2023: 80). Dengan penerapan JIT, perusahaan dapat mengurangi biaya penyimpanan, menghindari keusangan stok, dan mempercepat waktu produksi.

#### 4. Studi Kasus

Toyota Motor Corporation merupakan pelopor sistem JIT, dan implementasinya telah menjadi tolok ukur industri manufaktur global. Dalam sistem produksi Toyota, komponen dipasok ke lini perakitan hanya saat dibutuhkan, menggunakan sistem Kanban berbasis visual untuk mengatur aliran material. Hasilnya, Toyota mampu mengurangi waktu siklus, menekan biaya penyimpanan, dan meningkatkan fleksibilitas produksi. Namun, Toyota juga mengembangkan hubungan jangka panjang dengan pemasok dan membentuk sistem komunikasi yang efisien untuk memastikan pasokan tetap stabil (Ghobakhloo & Ching, 2019: 358). Dengan penerapan JIT, perusahaan dapat mengurangi biaya penyimpanan, menghindari keusangan stok, dan mempercepat waktu produksi.

### **Kesimpulan**

Just-In-Time merupakan strategi efektif dalam pengelolaan inventori untuk meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas operasional. Dengan prinsip produksi berdasarkan permintaan dan pengurangan pemborosan, JIT memungkinkan perusahaan menghemat biaya, meningkatkan kualitas, serta mempercepat

respons terhadap dinamika pasar. Namun, keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kesiapan sistem produksi dan kekuatan jaringan pemasok yang mendukung kelancaran aliran material.

## **Daftar Pustaka**

Agyabeng-Mensah, Y., Ahenkorah, E., & Afum, E. 2021. Just-in-Time, Green Practices and Sustainable Performance Nexus: A Study of Ghanaian Manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(5), 951–972.

Ghobakhloo, M., & Ching, N. T. 2019. Adoption of Just-in-Time, Lean Manufacturing and Agile Manufacturing: Evidence from SMEs. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 354–382.

Mandal, S., Singh, R. K., & Kumar, A. 2023. Role of Digital Technologies in Just-in-Time Inventory Management: A Systematic Review. *Operations Management Research*, 16, 75–90.

Singh, A., & Verma, P. 2020. Just-in-Time and Operational Performance: The Mediating Role of Internal Integration. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 69(7), 1535–1553.

Soni, G., Singh, R. K., & Jain, V. 2022. Analyzing Just-in-Time Implementation Barriers in Indian Manufacturing Industries: A DEMATEL Approach. *Benchmarking: An International Journal*, 29(5), 1457–1477. <https://doi.org/10.1108/BIJ-07-2021-0412>

# PERAN POZZOLAN ALAM SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DALAM PEMBUATAN BETON

Mery Silviana, S.T., M.Sc.<sup>20</sup>  
(Universitas Abulyatama)

*“Pozzolan dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari matriks semen sehingga substitusi parsial dari semen akan mengurangi biaya akhir dan biaya pemeliharaan lingkungan”*

Industri semen adalah tantangan besar bagi lingkungan. Industri ini adalah salah satu pilar utama dalam pembangunan infrastruktur modern, namun dibalik kontribusinya terhadap pertumbuhan ekonomi, terdapat sisi gelap yang sering luput dari perhatian publik yaitu emisi karbon yang sangat besar. Produksi semen menyumbang sekitar 7-8% dari total emisi karbon dioksida ( $CO_2$ ) secara global dan menjadikannya salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca terbesar di dunia setelah sektor energi dan transportasi.

Proses utama dalam produksi semen, yaitu kalsinasi batu kapur (kalsium karbonat), melepaskan  $CO_2$  dalam jumlah besar ke atmosfer. Selain itu, proses pembakarannya memerlukan suhu tinggi yang dicapai dengan membakar bahan bakar fosil, seperti

---

<sup>20</sup> Penulis lahir di Aceh, 23 Maret 1985, merupakan Dosen DPK LLDikti Wilayah XIII yang diperbantukan di Program Studi Teknik Sipil Universitas Abulyatama, menyelesaikan studi S1 di Universitas Syiah Kuala Tahun 2007 dan menyelesaikan S2 di Master of Infrastructure Planning (MIP), Universitas Stuttgart, Jerman Tahun 2011

batu bara dan gas alam, yang semakin memperburuk emisi karbon. Dengan kata lain, emisi dari industri ini bukan hanya berasal dari energi yang digunakan, tetapi juga dari reaksi kimia itu sendiri.

Seiring meningkatnya permintaan akan pembangunan di negara berkembang dan kota-kota yang terus tumbuh, produksi semen pun diperkirakan akan terus meningkat. Tanpa intervensi dan inovasi, emisi dari sektor ini dapat semakin memperparah krisis iklim global. Berbagai solusi kini tengah dikembangkan, mulai dari penggunaan bahan bakar alternatif, efisiensi energi, hingga pencampuran bahan pengganti semen yang dikenal dengan *Supplementary Cementitious Materials* (SCM).

Bahan pengganti/tambahan semen (SCM) yang digunakan dalam industri semen, umumnya terdiri dari produk limbah industri, pozzolan alami, dan mineral aktif yang menunjukkan sifat hidrolik atau pozzolan. Pozzolan sendiri adalah senyawa yang mengandung silika (Si) atau silika alumina dan alumina (Al). Senyawa ini tidak mengikat seperti semen, akan tetapi jika ada air, senyawa ini akan bereaksi dengan kalsium hidroksida untuk membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dengan angka kelarutan yang cukup rendah

Pozzolan memiliki peranan pada industri semen atau beton. Pozzolan dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari matriks semen dan dapat digunakan untuk mengurangi jumlah semen pada campuran beton, sehingga akan mengurangi biaya akhir dan biaya pemeliharaan lingkungan. Suatu bahan dapat dikategorikan sebagai pozzolan apabila memenuhi persyaratan ASTM C618-03 sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi bahan pozzolan

Parameter	Kelas		
	N	F	C
<b>Sifat Kimia</b>			
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , minimal, %	70	70	50
SO <sub>3</sub> , maksimal, %	4	5	5
Kelembaban, maksimal, %	3	3	3
Hilang pada pemijaran (LOI), maksimal, %	10	6	6
<b>Sifat Fisik</b>			
Strength Activity, minimal, %	75	75	75
Kehalusan +325 Mesh, maksimal %	34	34	34

Aktivitas pozzolan mengelompokkan semua reaksi yang terjadi di antara senyawa aktif pada pozzolan dengan Ca(OH)<sub>2</sub> dan air yang akan menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H), kalsium alumina hidrat (C-A-H), atau kalsium aluminosilikat hidrat (C-AS-H). Senyawa tersebut merupakan komponen utama dari semen hidrat dan menyebabkan sifat mekanis matriks semen mengalami peningkatan.

### Pozzolan Alam

Pozzolan alam bukanlah penemuan baru. Sejak zaman Romawi kuno, masyarakat telah memanfaatkan abu vulkanik dari gunung berapi untuk membuat bangunan yang tahan lama bahkan sebagian masih berdiri kokoh hingga kini. Kini, pemanfaatannya

kembali dihidupkan sebagai solusi untuk mengurangi penggunaan semen Portland dalam campuran beton modern.

Secara teknis, pozzolan alam dapat menggantikan sebagian kandungan semen dalam campuran beton, biasanya antara 10% hingga 30%. Keunggulannya tidak hanya pada pengurangan emisi karbon, tetapi juga pada peningkatan durabilitas beton, ketahanan terhadap sulfat, serta pengurangan panas hidrasi yang sangat bermanfaat untuk konstruksi volume besar seperti bendungan dan jembatan.

Beberapa contoh pozzolan alam yang umum digunakan antara lain:

1. Abu vulkanik (*volcanic ash*), seperti yang berasal dari Gunung Tambora atau Gunung Kelud di Indonesia.
2. Tuff dan pumice, yaitu batuan vulkanik berpori yang kaya silika.
3. Tanah diatomae (*diatomaceous earth*), hasil dari endapan organisme laut mikroskopik yang mengandung silika tinggi.
4. Laterit dan tanah lempung yang telah dikalsinasi, yang ditemukan di banyak wilayah tropis.

Selain material pozzolan alam di atas masih banyak lainnya seperti zeolite, marmer, pasir silika dan lain sebagainya.

Dalam peranan pozzolan dalam pembuatan beton dapat dilihat pada sifat fisis dan mekanis dari beton. Secara fisis, penambahan pozzolan alam ke dalam campuran beton dapat mempengaruhi *workability* atau kemudahan penggerjaan beton. Butiran halus pozzolan mampu mengisi rongga-rongga mikroskopis dalam pasta semen, menghasilkan beton dengan porositas lebih rendah. Hal ini berdampak positif pada ketahanan beton terhadap penetrasi air dan bahan kimia, yang pada akhirnya meningkatkan durabilitas

atau ketahanan jangka panjang beton terhadap lingkungan agresif, seperti air laut atau lingkungan asam.

Dalam aspek mekanis, reaksi pozzolanik antara pozzolan alam dan kalsium hidroksida membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) tambahan. Senyawa ini merupakan komponen utama yang memberi kekuatan pada beton. Dengan pembentukan C-S-H tambahan, kekuatan tekan beton dapat meningkat secara bertahap seiring waktu, meskipun pada awalnya kekuatan awal beton yang mengandung pozzolan alam cenderung lebih rendah dibandingkan beton biasa. Dalam banyak kasus, beton dengan campuran pozzolan bahkan melampaui kuat tekan beton konvensional setelah 28 hingga 90 hari pematangan. Selain itu, beton dengan pozzolan alam cenderung memiliki penyusutan yang lebih rendah serta tahan terhadap retak akibat reaksi alkali-agregat.

Selain peningkatan kuat tekan jangka panjang, penggunaan pozzolan alami juga memberikan keuntungan tambahan seperti:

1. Pengurangan porositas beton, yang meningkatkan ketahanan terhadap air dan bahan kimia agresif.
2. Ketahanan terhadap serangan sulfat dan klorida, menjadikan beton lebih tahan lama, terutama di lingkungan laut atau tanah agresif.
3. Pengurangan retak akibat panas hidrasi, sangat penting untuk proyek volume besar seperti bendungan.

Peningkatan performa ini tentu membuka peluang besar dalam pembangunan berkelanjutan. Dengan formulasi (*mix design*) dan kontrol kualitas yang tepat, pozzolan alami dapat menjadi bahan tambahan yang tidak hanya ramah lingkungan, tetapi juga memperkuat struktur bangunan.

Di era saat ini, ketika dunia dituntut untuk membangun dengan lebih cerdas dan berkelanjutan, penggunaan pozzolan

alami sebagai substitusi sebagian semen merupakan langkah strategis yang membawa manfaat ganda: efisiensi karbon dan peningkatan kinerja beton.

# INOVASI TEKNOLOGI *PRINTER 3D* DALAM BIDANG REKAYASA JARINGAN TULANG

Nanda Yusril Mahendra, S.Tr.T., M.T.<sup>21</sup>  
(Politeknik Negeri Sriwijaya)

*“Inovasi Teknologi 3D printer menawarkan metode dalam rekayasa jaringan tulang dengan presisi tinggi dan material biokompatibel”*

Perkembangan teknologi manufaktur aditif atau yang lebih dikenal dengan teknologi 3D printing telah mengubah banyak aspek dalam dunia rekayasa material dan aplikasi medis. Teknologi ini memungkinkan pembuatan objek tiga dimensi dengan tingkat presisi yang sangat tinggi, yang dicapai melalui pencetakan lapisan demi lapisan material (Ngo dkk. 2018). Salah satu aplikasi terobosan dari 3D printing adalah dalam bidang rekayasa jaringan tulang (bone tissue engineering), yang menawarkan solusi baru untuk menangani berbagai masalah medis terkait kerusakan atau kehilangan jaringan tulang (Kelly dkk. 2018). Dalam konteks ini, 3D printing memungkinkan pencetakan perancah tulang (scaffolds) dengan desain yang sangat kompleks dan presisi, yang sebelumnya sulit dicapai melalui metode manufaktur tradisional.

---

<sup>21</sup> Penulis lahir di Kayu Agung, 24 April 1998, merupakan Dosen di Program Studi DIV Teknik mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, menyelesaikan studi DIV Teknik Mesin Polri pada tahun 2020, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Magister Teknik Mesin di Fakultas Teknik Unsri Palembang tahun 2023.

Rekayasa jaringan tulang bertujuan untuk menggantikan atau memperbaiki jaringan tulang yang rusak dengan menggunakan material biokompatibel yang dapat mendukung proses regenerasi sel-sel tulang (Denry dan Kuhn 2016). Salah satu elemen kunci dalam rekayasa jaringan adalah penggunaan scaffold atau perancah, yang berfungsi sebagai matriks pendukung untuk pertumbuhan sel dan jaringan baru (Zhang, Hu, and Athanasiou 2009). Scaffold yang efektif harus dapat meniru struktur tulang alami, memberikan dukungan mekanis yang cukup, serta memungkinkan penyebaran sel dan penyerapan nutrisi yang efisien (Bari dkk. 2022; Coelho dkk. 2015; Hutmacher dkk. 2007; Toh dkk. 2022). Di sinilah peran penting teknologi 3D printing, yang tidak hanya memungkinkan pencetakan struktur tulang dengan tingkat akurasi tinggi, tetapi juga memungkinkan penyesuaian desain scaffold sesuai dengan kebutuhan anatomi pasien (Kumar dkk. 2016).

Material yang sering digunakan dalam proses pencetakan 3D yaitu filament dengan bahan Polimer seperti Polylactic Acid (PLA) dan Polycaprolactone (PCL) karena sifatnya yang ramah lingkungan dan biokompatibel, tetapi keduanya memiliki kelemahan dalam hal kekuatan mekanis yang diperlukan untuk menahan beban tulang dalam jangka Panjang (Dwivedi dkk. 2020; Hu dkk. 2010). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai material komposit yang menggabungkan polimer dengan bahan lain, seperti keramik bioaktif atau logam yang lebih kuat, menjadi penting untuk menghasilkan scaffold yang dapat memenuhi kriteria teknis dan medis yang diperlukan (Boccaccini dkk. 2010; Lai dkk. 2018). Beberapa material, selain polimer juga menunjukkan potensi besar sebagai campuran untuk meningkatkan sifat mekanik dan biokompatibilitas perancah tulang yang dicetak dengan 3D printing. Material logam ringan seperti magnesium memberikan kekuatan struktural yang tinggi serta kemampuan untuk terdegradasi dalam tubuh. Magnesium,

dengan sifat biodegradabilitas yang baik, memungkinkan perancah yang terbuat dari campuran logam ini terdegradasi seiring dengan regenerasi tulang, menghindari prosedur pembedahan lanjutan (Hornberger, Virtanen, dan Boccaccini 2012; Razavi 2014; Yazdimamaghani dkk. 2014; Zhang dkk. 2014). Namun, kecepatan degradasi yang terlalu cepat pada magnesium dapat mengganggu regenerasi tulang, sehingga kombinasi logam dan polimer seperti PCL atau PLA diperlukan untuk mengatur keseimbangan antara kekuatan dan degradasi terkendali, mendukung regenerasi tulang, serta mengatasi tantangan seperti infeksi dan degradasi material yang tidak terkendali..

Meskipun teknologi 3D printing menawarkan potensi besar dalam pembuatan perancah tulang, beberapa tantangan signifikan tetap ada. Keterbatasan material yang dapat digunakan, seperti polimer, sering kali mengurangi kekuatan mekanis dan kemampuan mendukung beban tubuh, sementara beberapa material logam sulit dicetak dengan presisi yang diperlukan. Kecepatan degradasi material juga perlu diatur agar tidak memperlambat penyembuhan tulang. Penggunaan multi-material printing yang memungkinkan kombinasi material berbeda juga menghadapi kendala teknis terkait kompatibilitas dan kompleksitas pencetakan. Selain itu, meskipun teknologi ini menawarkan pencetakan yang disesuaikan, proses produksi massal tetap terhambat oleh biaya tinggi dan waktu produksi lama, yang membatasi penerapannya dalam skala besar dan waktu yang efisien di dunia medis.

Teknologi 3D printing telah membawa kemajuan dalam rekayasa jaringan tulang, memungkinkan pembuatan scaffold dengan presisi tinggi yang disesuaikan dengan kebutuhan pasien. Meskipun tantangan terkait kekuatan mekanis dan kecepatan degradasi material masih ada, namun dengan penggunaan campuran material komposit yang tepat dapat meningkatkan sifat

mekanik dan biokompatibilitas scaffold. Pengaturan porositas dan kepadatan yang tepat serta pengendalian degradasi material juga menjadi fokus utama. Meskipun terdapat hambatan teknis dan biaya produksi yang tinggi, di masa depan, dengan kemajuan material dan pencetakan yang lebih efisien, teknologi 3D printing berpotensi merevolusi terapi regenerasi tulang, menawarkan solusi yang lebih personal dan terjangkau.

## Daftar Pustaka

Bari, Elia, Franca Scocozza, Sara Perteghella, Lorena Segale, Marzio Sorlini, Ferdinando Auricchio, Michele Conti, and Maria Luisa Torre. 2022. “Three-Dimensional Bioprinted Controlled Release Scaffold Containing Mesenchymal Stem/Stromal Lyosecretome for Bone Regeneration: Sterile Manufacturing and In Vitro Biological Efficacy.” *Biomedicines* 10(5).

Boccaccini, Aldo R., Melek Erol, Wendelin J. Stark, Dirk Mohn, Zhongkui Hong, and João F. Mano. 2010. “Polymer/Bioactive Glass Nanocomposites for Biomedical Applications: A Review.” *Composites Science and Technology* 70(13).

Coelho, Pedro G., Scott J. Hollister, Colleen L. Flanagan, and Paulo R. Fernandes. 2015. “Bioresorbable Scaffolds for Bone Tissue Engineering: Optimal Design, Fabrication, Mechanical Testing and Scale-Size Effects Analysis.” *Medical Engineering and Physics* 37(3).

Denry, Isabelle, and Liisa T. Kuhn. 2016. “Design and Characterization of Calcium Phosphate Ceramic Scaffolds for Bone Tissue Engineering.” in *Dental Materials*. Vol. 32.

Dwivedi, Ruby, Sumit Kumar, Rahul Pandey, Aman Mahajan, Deepti Nandana, Dhirendra S. Katti, and Divya Mehrotra. 2020. "Polycaprolactone as Biomaterial for Bone Scaffolds: Review of Literature." *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 10(1).

Hornberger, H., S. Virtanen, and A. R. Boccaccini. 2012. "Biomedical Coatings on Magnesium Alloys - A Review." *Acta Biomaterialia* 8(7).

Hu, Jiang, Xuan Sun, Haiyun Ma, Changqing Xie, Y. Eugene Chen, and Peter X. Ma. 2010. "Porous Nanofibrous PLLA Scaffolds for Vascular Tissue Engineering." *Biomaterials* 31(31).

Hutmacher, Dietmar Werner, Jan Thorsten Schantz, Christopher Xu Fu Lam, Kim Cheng Tan, and Thiam Chye Lim. 2007. "State of the Art and Future Directions of Scaffold-Based Bone Engineering from a Biomaterials Perspective." *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine* 1(4).

Kelly, Cambre N., Andrew T. Miller, Scott J. Hollister, Robert E. Guldberg, and Ken Gall. 2018. "Design and Structure-Function Characterization of 3D Printed Synthetic Porous Biomaterials for Tissue Engineering." *Advanced Healthcare Materials* 7(7).

Kumar, Alok, Sourav Mandal, Srimanta Barui, Ramakrishna Vasireddi, Uwe Gbureck, Michael Gelinsky, and Bikramjit Basu. 2016. "Low Temperature Additive Manufacturing of Three Dimensional Scaffolds for Bone-Tissue Engineering Applications: Processing Related Challenges and Property Assessment." *Materials Science and Engineering R: Reports* 103.

Lai, Yuxiao, Huijuan Cao, Xinluan Wang, Shukui Chen, Ming Zhang, Nan Wang, Zhihong Yao, Yi Dai, Xinhui Xie, Peng

Zhang, Xinsheng Yao, and Ling Qin. 2018. "Porous Composite Scaffold Incorporating Osteogenic Phytomolecule Icariin for Promoting Skeletal Regeneration in Challenging Osteonecrotic Bone in Rabbits." *Biomaterials* 153. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.10.025.

Ngo, Tuan D., Alireza Kashani, Gabriele Imbalzano, Kate T. Q. Nguyen, and David Hui. 2018. "Additive Manufacturing (3D Printing): A Review of Materials, Methods, Applications and Challenges." *Composites Part B: Engineering* 143.

Razavi, Mehdi. 2014. "Biodegradation, Bioactivity and In Vivo Biocompatibility Analysis of Plasma Electrolytic Oxidized (PEO) Biodegradable Mg Implants." *Physical Science International Journal* 4(5).

Toh, Emma M. S., Ashiley A. Thenpandiyan, Aaron S. C. Foo, John J. Y. Zhang, Mervyn J. R. Lim, Chun Peng Goh, Nivedh Dinesh, Srujana V. Vedicherla, Ming Yang, Kejia Teo, Tseng Tsai Yeo, and Vincent D. W. Nga. 2022. "Clinical Outcomes of 3D-Printed Bioresorbable Scaffolds for Bone Tissue Engineering—A Pilot Study on 126 Patients for Burrhole Covers in Subdural Hematoma." *Biomedicines* 10(11)..

Yazdimamaghani, Mostafa, Mehdi Razavi, Daryoosh Vashaee, and Lobat Tayebi. 2014. "Development and Degradation Behavior of Magnesium Scaffolds Coated with Polycaprolactone for Bone Tissue Engineering." *Materials Letters* 132.

Zhang, Lijie, Jerry Hu, and Kyriacos A. Athanasiou. 2009. "The Role of Tissue Engineering in Articular Cartilage Repair and Regeneration." *Critical Reviews in Biomedical Engineering* 37(1–2).

Zhang, Xue, Xiao Wu Li, Ji Guang Li, and Xu Dong Sun. 2014. "Preparation and Mechanical Property of a Novel 3D Porous

Magnesium Scaffold for Bone Tissue Engineering.”  
*Materials Science and Engineering C.*

## **BAB III**

### **INOVASI TEKNIK DAN TEKNOLOGI DALAM MENDUKUNG PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN**

# **PEMBERDAYAAN GURU PAUD DI KECAMATAN SYIAH KUALA MELALUI PELATIHAN PEMBUATAN VIDEO PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS *POWTOON***

**Zulfan, S.Si., M.Sc.<sup>22</sup>**  
(Universitas Syiah Kuala)

*“Pelatihan pembuatan media pembelajaran interaktif berbasis Powtoon memberdayakan guru PAUD di Kecamatan Syiah Kuala untuk menciptakan suasana belajar yang kreatif, menarik, dan sesuai perkembangan teknologi anak usia dini”*

Dalam era digital yang terus berkembang, integrasi teknologi ke dalam proses pembelajaran menjadi semakin penting. Hal ini berlaku juga bagi guru Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD), yang harus menghadirkan suasana belajar yang menyenangkan dan sesuai dengan perkembangan teknologi. Sayangnya, sebagian besar guru PAUD di Kecamatan Syiah Kuala masih terbatas dalam memanfaatkan media digital. Oleh karena itu, pelatihan pembuatan video pembelajaran interaktif berbasis Powtoon menjadi solusi untuk meningkatkan kompetensi guru PAUD dalam mengembangkan media ajar.

---

<sup>22</sup> Penulis lahir di Aceh, 2 Juni 1986, merupakan Dosen di Jurusan Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala. Penulis menyelesaikan studi S1 di Jurusan Matematika FMIPA Universitas Syiah Kuala tahun 2010 dan menyelesaikan S2 Jurusan Information Technology di Universiti Utara Malaysia tahun 2013.

Kegiatan ini memiliki beberapa tujuan, yaitu: 1) Memberikan pemahaman tentang pentingnya media pembelajaran interaktif bagi anak usia dini. 2) Melatih guru PAUD membuat video pembelajaran menggunakan aplikasi Powtoon. 3) Meningkatkan kreativitas guru dalam menyusun materi pembelajaran berbasis digital. Sedangkan Kegiatan dilakukan secara tatap muka di Banda Aceh pada 17 September 2024. Metode yang digunakan meliputi: 1) Penyampaian materi tentang media pembelajaran digital. 2) Demonstrasi penggunaan aplikasi Powtoon. 3) Praktik langsung pembuatan video pembelajaran. 4) Pendampingan dan evaluasi hasil karya peserta.



Gambar 1. Metode Pelaksanaan Kegiatan

### Peningkatan Keterampilan Mitra

Pelatihan ini diikuti oleh 35 guru PAUD yang berasal dari 15 PAUD yang tergabung dalam Himpunan PAUD (HIMPAUDI) di Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh. Sebelum pelatihan, sebagian besar peserta belum mengenal aplikasi Powtoon. Dalam pelatihan ini, peserta diperkenalkan dengan teknologi pembuatan bahan ajar interaktif berbasis video menggunakan aplikasi Powtoon. Peserta diajarkan membuat video edukasi yang dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran, sehingga memudahkan mereka dalam menyampaikan materi

kepada anak-anak PAUD secara lebih interaktif. Sebagai bagian dari kegiatan peningkatan keterampilan, diadakan lomba pembuatan video pembelajaran interaktif menggunakan aplikasi Powtoon. Tujuan dari lomba ini adalah untuk meningkatkan kreativitas guru PAUD dan peserta lainnya dalam menciptakan bahan ajar digital yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran anak usia dini.

Setelah pelatihan, peserta mampu membuat video pembelajaran sederhana sesuai dengan tema yang ditentukan. Peserta juga menunjukkan antusiasme tinggi dalam berkreasi menggunakan berbagai fitur animasi, teks, dan audio yang tersedia di Powtoon. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman materi pelatihan sebesar 85%.



Gambar 2. Pengenalan Aplikasi Powtoon oleh Pemateri

Pelatihan pembuatan video pembelajaran interaktif berbasis Powtoon efektif dalam meningkatkan kemampuan guru PAUD di Kecamatan Syiah Kuala dalam memanfaatkan media digital. Kegiatan serupa disarankan dilakukan secara berkelanjutan, dengan materi yang lebih variatif dan pendampingan berjenjang agar guru semakin terampil dan percaya diri dalam berinovasi.

### **Daftar Pustaka**

Arsyad, A. (2019). Media Pembelajaran. Jakarta: Rajawali Pers.

Yusuf, S. (2018). Teknologi Pembelajaran Anak Usia Dini. Bandung: Alfabeta.

# TRANSFORMASI DAKWAH DIGITAL: PENGEMBANGAN SARANA DAKWAH DI PCM BANGSALSARI JEMBER

Miftahur Rahman, S.Kom., M.Kom.<sup>23</sup>  
(Universitas Muhammadiyah Jember)

*“Pentingnya penggunaan platform media sosial sebagai dakwah digital dapat dimanfaatkan untuk mencapai tujuan dakwah yang lebih luas”*

Penggunaan perangkat teknologi sebagai media modern yang berfungsi sebagai sarana penyampaian informasi kepada masyarakat seakan tidak ada hentinya. Internet itu sendiri merupakan suatu sarana sebagai sumber dari segala informasi yang dapat diakses dengan jaringan komputer dengan lingkup area yang global (Rahman, 2023: 50). Oleh karena itu, agar mempunyai nilai positif maka perlu memanfaatkan kehadiran teknologi di era globalisasi informasi dan komunikasi untuk menyampaikan informasi dan pesan dakwah Islam. Di dunia modern saat ini, tidak mungkin berdakwah hanya dengan pengajian di Mushallah atau Masjid yang hanya dihadiri oleh mereka yang hadir. Penggunaan media komunikasi modern sangat penting untuk menyampaikan ajaran Islam dan dakwah Islam (Purbajati, 2021:

---

<sup>23</sup>Penulis lahir di Sumenep, 24 Maret 1992 merupakan Dosen Tetap pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember. Pada tahun 2013 menyelesaikan studi D3 di AMIK Ibrahimy Sukorejo, menyelesaikan studi S1 di STT Nurul Jadid Probolinggo pada tahun 2014, dan menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Magister Teknik Informatika Universitas Dian Nuswantoro Semarang pada tahun 2016.

208). Seperti halnya, PCM Bangsalsari saat ini masih belum mengembangkan metode dakwah dengan cara digital sehingga penyampaian dakwah hanya dapat dirasakan oleh warga yang hadir secara langsung dalam mengikuti kajian atau kegiatan yang lingkupnya sangat terbatas. Selain belum dikembangkannya media digital, PCM Bangsalsari belum memiliki sumber daya yang dapat mendukung sarana dakwah secara digital. Sumber daya dimaksud mencakup kemampuan dan pengetahuan anggota dalam mengelola konten dakwah secara digital. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sarana dakwah berbasis digital agar penyampaian dakwah dapat dilakukan secara global.

Salah satu inovasi digital yang populer saat ini adalah media sosial (Zakiyyah, 2021: 48). Media sosial juga dapat dianggap sebagai sarana bagi komunitas maya yang memiliki keinginan kuat terhadap informasi. Media sosial memfasilitasi akses dan penyebaran informasi dalam berbagai format, seperti: teks, gambar, audio, dan video. Contoh media sosial yang berkembang pesat saat ini antara lain: Instagram, Facebook, Twitter, blog, YouTube, dan WhatsApp. Di sinilah, pentingnya penggunaan media sosial dapat dimanfaatkan untuk mencapai tujuan dakwah yang lebih luas.

Tujuan program pengabdian ini adalah tim pengabdian Unmuh Jember akan mengembangkan media sosial sebagai sarana dakwah berbasis digital dan memberikan pelatihan pengelolaan media sosial bagi PCM Bangsalsari sebagai mitra. Dalam hal ini, *platform* yang akan digunakan adalah media sosial Instagram, Facebook, dan Youtube. Alasan tim pengabdian memilih *platform* tersebut karna aplikasi tersebut yang sifatnya *user friendly* dan paling banyak digunakan. Berdasarkan uraian yang sudah diutarakan diatas, bahwa fokus pengabdian yang akan dilakukan ini adalah:

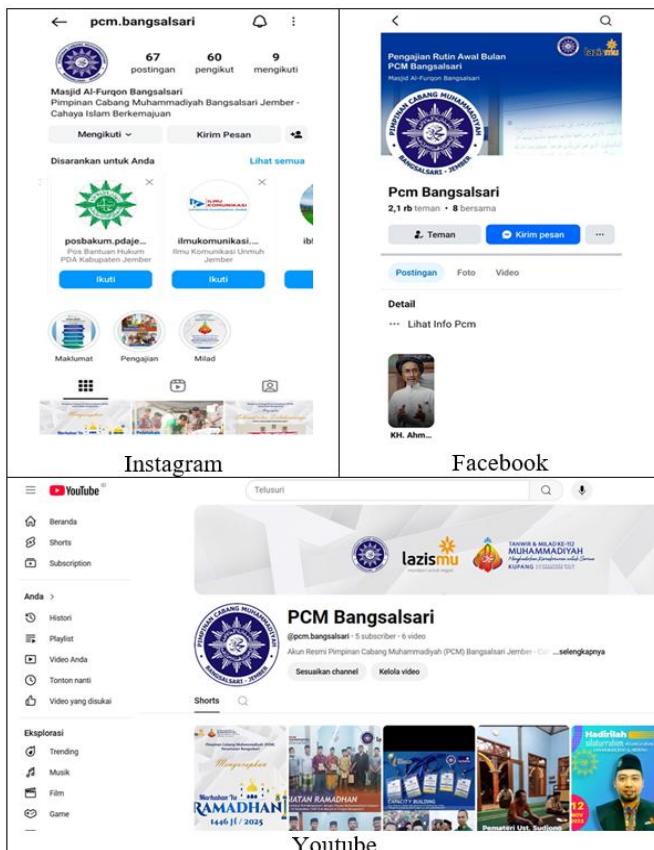
1. Mengembangkan sarana dakwah berbasis digital dengan memanfaatkan media sosial, meliputi: Instagram, Facebook, dan Youtube.
2. Memberikan pelatihan tentang cara pengelolaan media sosial Instagram, Facebook, dan Youtube sebagai sarana dakwah berbasis digital.

Kegiatan awal yang dilakukan pada pengabdian ini adalah survei terkait kebutuhan topik pengabdian, sehingga pengusul pada tanggal 15 November 2024 berkoordinasi dengan pihak PCM Bangsalsari dalam hal ini adalah Ketua PCM Bangsalsari Bapak Adhitya Surya Manggala, ST.,MT. sehingga diputuskan pada pengabdian ini pengusul mengambil topik tentang Pengembangan Sarana Dakwah Berbasis Digital Pada PCM Bangsalsari Jember. Hal ini, berdasarkan permasalahan yang ditemukan di daerah tersebut. Kemudian pengusul meminta surat tugas kepada Kepala LPPM Unmuh Jember untuk melaksanakan kegiatan dimaksud. Selanjutnya tim PKM menyusun, jadwal pengabdian, SOP dan bahan materi/makalah pelatihan.

Kegiatan selanjutnya adalah pembuatan sosial media sebagai sarana atau wadah untuk melakukan dakwah berbasis digital. Sosial media yang dibuat ini nantinya akan menjadi akun media sosial resmi milik PCM Bangsalsari, media sosial yang dibuat tersebut meliputi instagram, facebook, dan youtube yang ditunjukkan pada gambar berikut ini: Instagram adalah platform media sosial yang memungkinkan pengguna untuk berbagi foto, video, dan cerita secara online. Aplikasi ini juga menyediakan berbagai fitur interaktif seperti Instagram Stories, Reels, IGTV, dan Direct Messages. Facebook adalah sebuah platform media sosial yang memungkinkan penggunanya untuk berinteraksi, berbagi konten (teks, foto, video), serta membangun jaringan sosial secara online. Sedangkan Youtube adalah sebuah platform berbagi video daring yang memungkinkan pengguna untuk

mengunggah, menonton, membagikan, dan berinteraksi dengan video dalam berbagai kategori, seperti hiburan, edukasi, musik, vlog, dan banyak lagi.

Instagram PCM Bangsalsari yang dibuat ini diberi nama profil @pcm.bangsalsari , Facebook PCM Bangsalsari yang dibuat ini diberi nama profil @Pcm Bangsalsari , dan Youtube PCM Bangsalsari yang dibuat ini diberi nama profil @PCM Bangsalsari.



Gambar 1. Akun Sosial Media PCM yang Sudah Dibuat

Setelah pembuatan Akun Media Sosial, selanjutnya adalah pelatihan dan pendampingan, kegiatan ini dilakukan pada hari Sabtu, 18 Januari 2025 yang dilakukan secara tatap muka atau *daring* yang difasilitasi dengan aplikasi zoom yang diikuti oleh 9 orang. Tim Pengusul bertindak sebagai pemateri serta membantu jalannya kegiatan, sedangkan mitra yaitu pengurus PCM sebagai peserta. Pada kegiatan ini pemateri menyampaikan materi tentang pengelolaan konten dakwah digital. Mulai dari pengenalan sosial media, perencanaan membuat konten dalam hal ini adalah dakwah berbasis digital, peralatan produksi seperti kamera, software untuk mengedit konten, cara memposting atau mengupload bahan konten yang sudah didesain.

Saat sesi penyampaian materi peserta begitu antusias mengikuti kegiatan ini sehingga ada beberapa peserta yang bertanya bagaimana cara mendesain bahan postingan yang simple dan menarik. Untuk membuat desain postingan yang simple namun menarik, fokuslah pada tata letak yang rapi, warna yang konsisten, dan penggunaan font yang mudah dibaca. Gunakan gambar atau ilustrasi berkualitas tinggi serta pastikan informasi utama mudah dipahami.



Gambar 2. Penyampaian Materi Secara Daring

Sesi akhir dari kegiatan pelatihan ini adalah praktikum sederhana yang melibatkan peserta untuk memposting bahan dakwah ke akun sosial media instagram, facebook, dan youtube yang sudah dibuat. Sehingga yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini adalah:

1. Tim PKM dapat mengembangkan dakwah berbasis digital dengan memanfaatkan sosial media meliputi: instagram, facebook, dan youtube. Sehingga PCM Bangsalsari saat ini telah memiliki akun resmi sosial media.
2. Meningkatnya pemahaman dan keterampilan sumber daya manusia dalam mengelola konten sosial media sebagai sarana dakwah berbasis digital.

Harapannya, kedepan agar akun resmi media sosial PCM Bangsalsari yang sudah dikembangkan ini dapat dimanfaatkan dengan sebaik mungkin oleh SDM yang ada, yaitu dengan selalu mengupdate postingan di sosial medianya. Konsistensi dan kreativitas adalah kunci utama dalam membangun konten di media sosial.

## **Daftar Pustaka**

Purbajati, Hafidz Idri. 2021. Telaah Dakwah Virtual Sebagai Perkembangan Metode Dakwah Islam Di Era Modern. MODELING: Jurnal Program Studi PGMI. Vol. 8 No. 2. Hal. 202-214.

Rahman, Miftahur. 2023. Implementation of Web Content Filtering on RT/RW Net Networks Using Pi-Hole DNS Server. Generation Journal. Vol. 7 No. 1. Hal. 50–60.

Zakiyyah, Amalina Maryam, dkk. 2021. Pendampingan Internet Marketing Di UMKM Mickline Jember. Abdi Indonesia. Vol. 1 No. 1. Hal. 46-60.

# KEAKURATAN CHAT GPT DALAM KEILMUAN BAHASA ARAB DAN PEMBELAJARANNYA (IMPLEMENTASI DAN KEABSAHAN KEILMUANNYA

Inayah, M.Pd.<sup>24</sup>  
(Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang)

*“ChatGPT, AI, Pembelajaran Bahasa Arab, Pendidikan Tinggi, Implementasi, Keabsahan Keilmuan”*

Dunia digital dan teknologi saat ini, telah dipenuhi dengan AI. Menurut informasi terkini dari beberapa sumber lisan yang kembali dari China, di beberapa kota di negara China, AI telah dimanfaatkan sedemikian rupa, sehingga semua *service* umum, telah digantikan dengan AI. Dengan begitu luasnya AI merambah di kehidupan manusia saat ini, maka pembelajaran bahasa Arab juga perlu melakukan respon atas fenomena ini. Hal itu berhubungan dengan terjadinya sebuah bahasa, yang berhubungan dengan sebuah peradaban. Dan secara sinkron, bahasa Arab merujuk pada sumber yang menjadi pedoman hidup masyarakat ‘Muslim’, sehingga pembelajar yang belajar bahasa

---

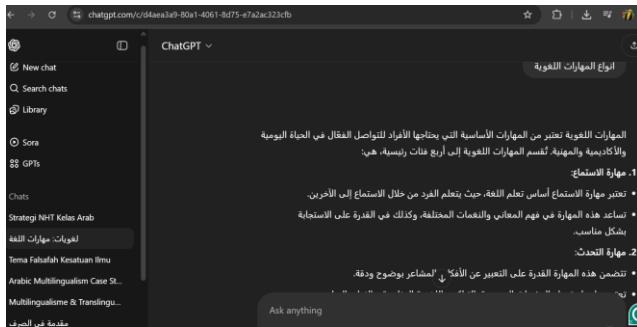
<sup>24</sup> Penulis lahir di Pati, 23 Desember 1985, Dosen Bahasa Arab di Program Studi Pendidikan Bahasa Arab, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Saat ini sedang menempuh S3 Pendidikan Bahasa Arab pada Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang & Awardee Beasiswa BIB LPDP Kementerian Agama Republik Indonesia tahun 2023. Menyelesaikan studi S1 di PBA IAIN Walisongo tahun 2009, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Pendidikan Bahasa Arab UIN Maliki Malang tahun 2011.

Arab perlu juga dipastikan mereka belajar dengan langkah dan cara yang benar, memperoleh sumber yang benar, dan tetap menjaga kebenaran-kebenaran yang terdapat dalam bahasa Arab.

Salah satu aplikasi berbasis AI yang popular saat ini adalah ChatGPT. ChatGPT adalah teknologi yang dikembangkan oleh OpenAI. OpenAI sendiri adalah laboratorium yang didirikan pada tahun 2015. Laboratorium ini telah mencapai kemajuan pesat dalam pengembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) dan telah meluncurkan berbagai produk pembelajaran mesin untuk umum, termasuk DALL-E dan ChatGPT (Nur et al., 2024). Penulis, secara pribadi, menguji coba penggunaan ChatGPT pada beberapa konteks, diantaranya mengenai keilmuan bahasa Arab, ketrampilan bahasa Arab secara teori, dan praktik transliterasi. Hasil yang ditampilkan ChatGPT sebagaimana dalam uraian berikut.

### **Pengaplikasian ChatGPT dalam Pembelajaran Bahasa Arab**

Dalam berbagai konteks yang berbeda, penulis mencoba menggunakan ChatGPT, dalam rangka penemuan keakuratan keilmuan yang dihasilkan dari ChatGPT. Uji coba itu meliputi beberapa lingkup, *Pertama*, bidang keilmuan bahasa/liretasi, Dalam hal ini, penulis mencoba mengaplikasikan pertanyaan berbahasa Arab, dengan kunci pertanyaan “أنواع المهارات اللغوية”. Keterangan yang muncul dalam ChatGPT adalah seperti gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pelacakan Hastag “أنواع المهارات اللغوية” Melalui ChatGPT

*Kedua, penelurusan mengenai ‘علم الصرف’ didapati hasil sebagaimana pada gambar 2.*



Gambar 2. Hasil Pelacakan Tentang Konsepsi Morfologi Bahasa Arab

*Ketiga, Bidang penerjemahan. Mengutip alur penerjemahan yang dilakukan melalui ChatGPT, oleh Alyafeai (Alyafeai et al., 2023), alur yang digunakan meliputi: a. Pemberian Label Bagian Kata, b. Analisis Sentimen, c. Ringkasan, d. Penandaan diakritik, e. Transliterasi, f. Pengungkapan ulang, g. Terjemahan. Kemudian*

pada mesin ChatGPT terjadi proses ‘Jalankan Resume’→‘Hitung Token’→‘Pemrosesan Multithreading’. Dan muaranya adalah ‘Visualisasikan & Analisis’. Pada ujicoba terjemahan yang dilakukan terhadap potongan tulisan dari jurnal Ilmiah yang telah publish di Sinta-2 salah satu jurnal Nasional Indonesia, didapatkan pelacakan hasil *translate* dokumen, pada Tabel 1.

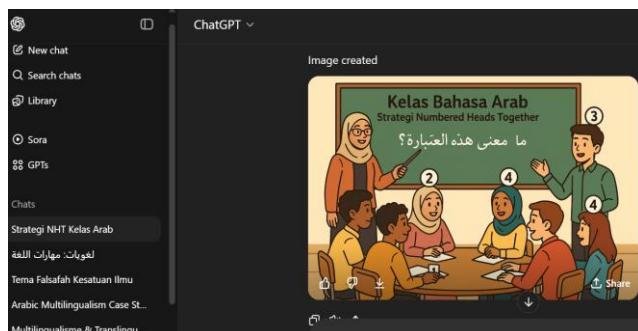
Tabel 1. Hasil Transliterasi ChatGPT pada Naskah Jurnal Nasional Sinta-2 Berbahasa Arab

Bahasa Sumber	Teks Asli	Terjemahan bahasa Indonesia
Bahasa Inggris	Project-Based Learning on Direct Translation Material with Pop-Up for Students of Walisongo State Islamic University, Semarang	Pembelajaran Berbasis Proyek pada Materi Terjemahan Langsung dengan Pop-Up bagi Mahasiswa Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
	The translation is one of the most essential subjects for foreign speakers. Although there are translation aids available for various occasions, translation competence remains a challenge for learners.	Terjemahan merupakan salah satu mata kuliah paling penting bagi penutur asing. Meskipun tersedia berbagai alat bantu terjemahan untuk berbagai keperluan, kompetensi dalam menerjemahkan tetap menjadi tantangan bagi para pelajar
	The objectives are to	Tujuan dari penelitian ini

	<p>examine Project-Based Learning (PjBL) for undergraduate students; examine the study planning for the Tarjamah Fauriyyah (TF) material; and the implementation of Pop-Up in TF</p>	<p>adalah untuk mengkaji penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL) pada mahasiswa strata satu; mengevaluasi perencanaan pembelajaran untuk materi Tarjamah Fauriyyah (TF); serta implementasi metode Pop-Up dalam pembelajaran TF.</p>
Bahasa Arab	<p>مع التطور المستمر للوضع السياسي والاقتصادي الدولي وتطور التبادلات الثقافية في جميع أنحاء العالم، لم تلعب الترجمة في أي وقت مضى دوراً أكثر أهمية مما تلعبه اليوم، ولم تكن الترجمة أكثر أهمية من أي وقت مضى لإيجاد مكانها في الممارسة الاجتماعية.</p>	<p>Dengan terus berkembangnya situasi politik dan ekonomi internasional serta meningkatnya pertukaran budaya di seluruh dunia, peran terjemahan menjadi sangat penting seperti saat ini. Tidak diragukan lagi bahwa terjemahan telah menemukan tempatnya dalam praktik sosial.</p>
	<p>ولا يخفى على أحد أن الترجمة الفورية مجال تكتنفه العديد من الصعوبات على المستوى العملي، إلا أن تدريس الترجمة الفورية لا يقل صعوبة عن ذلك.</p>	<p>Terjemahan lisan (simultan) merupakan bidang yang penuh tantangan secara praktis, dan pengajarannya juga tidak kalah sulit.</p>

	<p>وعلى الرغم من أن هذا المجال أصبح تخصصاً مستقلاً منذ عقود، إلا أنه لا يزال هناك نقص في التوازن بين الجانبين النظري والعملي في التعليم.</p>	<p>Meskipun telah menjadi bidang studi tersendiri selama beberapa dekade, ketidakseimbangan antara sisi teoretis dan praktis masih menjadi masalah dalam dunia pendidikan.</p>
--	--	--

Walaupun hasil terjemah yang ditampilkan ChatGPT pada Tabel 1. Dapat digunakan alternatif solusi, namun perlu diketahui bahwa ChatGPT akan melakukan kesalahan fatal saat menerjemahkan *mufradat* per *mufradat*. Hal itu karena tidak ada *siya'* yang melingkupi kata itu, sehingga output yang dihasilkan, adalah bersifat acak. Di samping itu, seringkali dihasilkan terjemahan dengan pengulangan frasa dari kalimat yang sama, sehingga terasa ambigu. *Keempat*, Penulis juga mencoba menganalisa mengenai keakuratan pendeskripsian gambar, berdasarkan input instruksi yang diberikan, dan hasil yang ditampilkan tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Kreasi Kelas Bahasa Arab Tingkat Mahasiswa Model NHT dengan ChatGPT

## **Keabsahan Keilmuan ChatGPT dalam Pembelajaran Bahasa Arab**

Dalam sebuah penelitian (Zubaidi et al., 2025), menemukan bahwa penggunaan ChatGPT adalah tergantung pada ‘Prompt’, yaitu teks atau pertanyaan yang diinput untuk memulai percakapan dengan model bahasa. Dari temuan tersebut, diperkuat dengan uji coba yang dilakukan oleh penulis, maka pada dasarnya ChatGPT bekerja layaknya ‘rekam jejak digital’ penggunanya, termasuk ‘server’ yang digunakan, dan bekerja dengan membaca ‘algoritma’. Oleh karena itu kata kunci terbesar menggunakan alat bantu apapun adalah kecerdasan manusia (pengguna) itu sendiri. Sehingga penulis menyarankan satu semboyan kepada para pengguna atau calon pengguna ChatGPT: “Cerdaskan manusia, maka AI akan memudahkan kerja kita”. Di lain hal, hasil terjemahan ChatGPT juga gagal memahami aspek budaya dari bahasa yang diterjemahkan (El-saadany, 2024). Hal itu juga dibarengi dengan penggunaan diksi yang kurang tepat dan makna konteks yang kurang tepat (distorsi makna) terhadap transliterasi tipe kalimat tertentu yang sudah paten, seperti peribahasa. Dan secara keseluruhan, sebuah dokumen penelitian berbahasa Arab yang diterjemahkan menggunakan ChatGPT, menghasilkan terjemahan seperti pada Gambar 4.

Hasil yang ditampilkan pada Gambar 4. Juga selaras dengan temuan bahwa ChatGPT tidak dapat menghasilkan makalah akademik lengkap dengan daftar referensi yang komprehensif, akan tetapi menyediakan kerangka kerja dan beberapa detail yang dapat diperiksa, diubah, dan diperluas sesuai kebutuhan (Abolkasim & Shtewi, 2023). Dengan demikian, mahasiswa tidak disarankan menggunakan ChatGPT, tanpa adanya dasar keilmuan yang cukup, dan perlu adanya *review* atau *crosscheck* dengan sumber yang *kredible*, agar AI dengan berbagai jenisnya, tidak membawa penggunanya pada kesesatan yang lebih jauh lagi,

apalagi hubungannya dengan ilmu pengetahuan ilmiah. Namun demikian, mahasiswa diperbolehkan menggunakan lisensi pengajar atau tutor yang berkompeten, untuk kemudian melakukan cross *human-AI*, sehingga output yang didapatkan, relevan dengan kebenaran ilmu pengetahuan.

Gambar 4. Hasil Terjemah Dokumen Penelitian Berbahasa Arab ke Bahasa Indonesia dengan ChatGPT

## Daftar Pustaka

Abolkasim, E., & Shtewi, A. (2023). Analyzing the Efficacy of ChatGPT for Online Learning: An Experimental Study. *AlQalam Journal of Medical and Applied Sciences (AJMAS)*, 6(2), 617–625.

Alyafeai, Z., Alshaibani, M. S., Alkhamissi, B., Luqman, H., Alareqi, E., & Fadel, A. (2023). Taqyim : Evaluating Arabic NLP Tasks Using ChatGPT Models. *Cornell University ArXiv Preprint ArXiv:2306.16322.*, 2306(16322), 1–16.

El-saadany, M. R. (2024). A Comparative Study between Chat GPT and Human Translation in Translating English

Proverbs into Arabic. *Journal of Scientific Research in Arts*, 25(5), 24–54.

Nur, H. R., Shandi, K. H., Hidayah, F. A., & Nasution, S. (2024). Analysis Of The Impact Of Chatgpt Use On Arabic Text Translation Skills : A Case Study Of Arabic Language Education Students Of The State Islamic University Of North Sumatra. *Jurnal Multidisiplin Sahombu*, 4(02), 542–552.

Zubaidi, A., Munip, A., Widodo, S. A., & Zerrouki, T. (2025). Enhancing Arabic Writing Skills Using Chat GPT-Based AI Learning Models : A Tridimensional Human-AI Collaboration Framework. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*, 15(1), 87–101.

# PENDAMPINGAN DAN DEMONSTRASI PEMBELAJARAN BERBASIS ICT BAGI GURU DI SEKOLAH DASAR INPRES FATUFETO 2 KOTA KUPANG

Fransiskus Ferry Goe Ray, S.Pd., M.Si.<sup>25</sup>  
(Universitas Nusa Cendana Kupang)

*“Pengintegrasian Information and Communication Technologies sebagai solusi masa kini untuk meningkatkan kualitas pembelajaran”*

**D**i era reformasi ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, perbaikan kegiatan pembelajaran harus diupayakan secara maksimal agar mutu pendidikan meningkat, hal ini dilakukan karena majunya pendidikan membawa implikasi meluas terhadap pemikiran manusia dalam berbagai bidang sehingga setiap generasi muda harus belajar banyak untuk menjadi manusia terdidik sesuai dengan tuntunan zaman. Menciptakan kegiatan pembelajaran yang efektif dan mampu meningkatkan hasil belajar merupakan tugas dan kewajiban guru. Untuk itu, berbagai upaya dilakukan guna memperoleh hasil belajar yang tinggi. Variasi dalam kegiatan pembelajaran dan model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi siswa dicoba demi menjawab

---

<sup>25</sup> Penulis lahir di Kupang, 5 Juni 1974, merupakan Dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana Kupang, menyelesaikan studi S1 di PTE FKIP UNDANA tahun 2001, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Nusa Cendana Kupang tahun 2012.

permasalahan yang sering dihadapi setiap sekolah (Handayani, 2012). Berdasarkan analisis Slameto (2003), bahwa masalah yang timbul dalam pembelajaran di sekolah antara lain disebabkan kurangnya komunikasi antara guru dan siswa serta siswa dengan siswa yang lainnya sehingga proses interaksi menjadi vakum. Siswa cenderung pasif dan hanya mendengarkan informasi dari guru (*teacher oriented*), sehingga proses pembelajaran berlangsung membosankan.

Pembelajaran berkualitas dapat terjadi apabila ada kerjasama yang baik antara guru dan siswa, serta didukung oleh fasilitas yang menunjang dalam kegiatan tersebut. Hal ini dapat dilihat dari hasil meta analisis terhadap beberapa penelitian yang dilakukan oleh Mirrison, Mokashi dan Caffer dari tahun 1996-2006 menyangkut faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi belajar. Berdasarkan meta analisis tersebut disimpulkan adanya 44 indikator kualitas pembelajaran yang dikelompokkan kedalam 10 kategori. Secara umum ke 10 indikator kualitas pembelajaran tersebut adalah sebagai berikut: (1) *Rich and stimulating physcol environment*, (2) *Classroom climate condusive to learning*, (3) *Clear and high expectation for all student*, (4) *Cherent, focused instruction*, (5) *Thoughtful discoure*, (6) *Authentic learning*, (7) *Regular diagnostic assessment fot learning*, (8) *Reading and writing as assential activites*, (9) *Mathematical reasoning*, (10) *Effective use of technology*. Dari hasil meta analisis tersebut dapat dipahami bahwa kualitas pembelajaran bisa diketahui dari: (1) Lingkungan fisik mampu menumbuhkan semangat siswa untuk belajar, (2) Iklim kelas kondusif untuk belajar, (3) Guru menyampaikan materi pembelajaran secara koheren dan fokus, (5) Wacana yang penuh pemikiran, (6) Pembelajaran bersifat rill (autentik dengan permasalahan yang dihadapi masyarakat dan siswa), (7) Adanya penilaian diagnostik yang dilakukan secara periodik, (8) Membaca dan menulis sesuatu kegiatan yang esensial dalam pembelajaran, (9) menggunakan penalaran

pemecahan masalah dan (10) menggunakan teknologi pembelajaran (Widoyoko, 2008). Melihat betapa banyaknya peran dan tanggung jawab guru, maka sebagai seorang guru harus mampu menguasai tuntutan dari profesi. Mulai dari kompetensi pribadinya, kompetensi mengajarnya, profesionalisme guru, dan kreativitas guru.

Pengintegrasian *Information and Communication Technologies* (Teknologi Informasi dan Komunikasi) dirasa sebagai solusi masa kini untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan mampu merangsang aktivitas pembelajaran. Menurut kajian Parker (2008) bahwa pembelajaran menggunakan ICT dapat meningkatkan minat dan perhatian peserta didik, meningkatkan pemahaman, menambah pengalaman pembelajaran, membantu pengembangan literasi serta meningkatkan berfikir tingkat tinggi siswa. Sedangkan menurut hasil kajian Burnett (2010) bahwa anak-anak masa kini tumbuh dalam *textual landscape* di mana mereka memiliki berbagai cara berinteraksi dan bermain dengan aktif di dalam lingkungan yang diciptakan melalui teknologi digital seperti permainan komputer, telepon seluler dan dunia virtual.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi dewasa ini sangat terasa pengaruhnya dan tidak bisa dihindari lagi. Sehingga mengintegrasikan ICT dalam aktivitas pembelajaran akan sangat membantu guru dan suasana pembelajaran. Perbedaan generasi antara guru dan siswa tentu menjadi jalan pemisah dalam meningkatkan kualitas komunikasi antara guru dan siswa. Sehingga mau tidak mau, guru juga harus terampil menggunakan ICT dalam aktivitas pembelajaran, agar siswa juga bisa menikmati pembelajaran sesuai dengan masanya. Besarnya potensi pendidikan yang ada di Kecamatan Alak membuat banyak sektor yang harus dikembangkan, salah satunya adalah keterampilan guru dalam

aktivitas pembelajaran. Sebab, peran guru akan sangat menentukan kualitas *outcome* peserta didik.

Wilayah Kelurahan Fatufeto, Kecamatan Alak merupakan daerah dengan mayoritas masyarakat berprofesi sebagai pedagang kaki lima. Walaupun jaringan internet sudah masuk daerah ini, namun kegunaannya hanya dinikmati generasi muda untuk sekedar bermain *sosial media* dan *game online*. Proses pembelajaran masih bersifat konvensional dengan media seadanya. Penggunaan ICT masih terbatas pada pembelajaran komputer saja. Selain itu, hampir di semua wilayah yang ada di Kecamatan Alak masih sangat minim sekolah melibatkan orang tua dalam mengetahui perkembangan pendidikan anak-anaknya. Keterlibatan orang orangtua lebih pada aktivitas paguyuban dan saat kegiatan awal dan akhir pembelajaran tiap tahunnya. Sehingga sistem kontrol antara kedua pihak kurang sinergis. Penggunaan ICT dalam pembelajaran selain dapat membantu aktivitas belajar lebih menarik dan efisien, juga mampu menjadi jembatan bagi guru dan orang tua untuk mengetahui aktivitas pembelajaran yang dilakukan oleh anaknya melalui aplikasi ICT. Beberapa hal yang menjadi permasalahan yang perlu segera diberikan solusinya adalah:

1. Belum meratanya satuan pendidikan SD yang menggunakan perangkat ICT dalam aktivitas pembelajaran. Aktivitas pembelajaran masih didominasi oleh cara-cara tradisional. Sehingga pembelajaran lebih banyak satu arah (*teacher centred learning*).
2. Kurangnya minat, motivasi dan kepercayaan diri guru SD untuk meningkatkan kualitas pembelajaran melalui penggunaan ICT atau guru hanya sekedar melaksanakan tugas mengajarnya dan menghabiskan materi pembelajaran.

3. Kalaupun ada inovasi pembelajaran hanya pada tataran metode pembelajaran dan memiliki jaringan internet, kurangnya keterampilan guru dalam mengoperasikan perangkat ICT, khususnya program-program aplikatif untuk menunjang kegiatan pembelajaran semakin efektif dan menyenangkan kurang begitu populer dan diketahui oleh guru.
4. Kurangnya ketrampilan/*life skill* guru SD sebagai bekal untuk meningkatkan kualitas aktivitas pembelajaran, di antaranya ketrampilan desain media interaktif, ketrampilan mendesain evaluasi pembelajaran, ketrampilan mengoperasikan perangkat ICT.

Setelah melakukan kegiatan pendampingan dan demonstrasi pembelajaran berbasis ICT bagi guru Sekolah Dasar Inpres Fatufeto 2 Kota Kupang diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Terdapat peningkatan minimal 75% keterampilan guru SD dalam mengoperasikan perangkat *Information and Communication Technologies* (ICT) pada aktivitas pembelajaran.
2. Terdapat peningkatan minimal 75% keterampilan guru SD dalam mengoperasikan program Edmodo sebagai media komunikasi dan konseling antara guru dan siswa sebagai upaya optimalisasi hasil belajar siswa secara merata.
3. Terdapat peningkatan minimal 75% keterampilan guru SD dalam membuat dan mendesain program *power point* sebagai media pembelajaran interaktif dalam upaya menciptakan aktivitas pembelajaran di kelas secara kreatif dan mandiri.
4. Terdapat peningkatan minimal 75% keterampilan guru SD dalam membuat dan mendesain program evaluasi pembelajaran berbasis ICT sebagai alat penilaian dan evaluasi

sebagai upaya menciptakan evaluasi pembelajaran yang obyektif, jujur dan terukur.

## **Daftar Pustaka**

Burnett, C. 2010. Technology and literacy in early childhood educational settings: A review of research. *Journal of Early Childhood Literacy*. 10:247.

Handayani, Fitri. 2012. Penerapan Pembelajaran Kooperatif Model Think-Pair Share untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Progresif*

Parker, L.L. 2008. Technology-mediated learning environments for young English language learners: connections in and out of schools. New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Slameto. 2003. Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. Jakarta. RinekaCipta.

Suwardi. 2007. Manajemen pembelajaran: menciptakan guru kreatif dan berkompetensi. Surabaya: PT. Temprina Media Grafika

Tung Selly Y. Merlis, 2015. Skripsi Pengaruh Aplikasi Edmodo Sebagai Media *E-Learning. Kupang*: Universitas Nusa Cendana

Widoyoko, Sugeng Eko Putro. 2008. *Model Pembelajaran Evaluasi Program Pembelajaran IPS di SM*. Yogyakarta: Disertasi Program Pascasarjana UNY.

# PELATIHAN DASAR ARDUINO UNTUK SISWA MTS UNGGULAN DARUL MUTJABA PAKISAJI

**Soraya Norma Mustika , S.T., M.T., M.Sc.<sup>26</sup>**  
(Universitas Negeri Malang)

*“Pelatihan dasar Arduino di PP Darul Mujtaba menjadi solusi keterbatasan robotik, tingkatkan literasi teknologi, keterampilan mikrokontroler secara sistematis”*

Pondok Pesantren (PP) Darul Mujtaba didirikan pada tahun 2016 oleh Ustadz Ahmad Bukhori dan Ustadzah Nur Hidayati Sufi. Pada awalnya, kegiatan belajar-mengajar hanya berlangsung di rumah kayu sederhana dengan dua kamar tidur dan satu kamar mandi. Seiring berjalananya waktu, jumlah santri meningkat pesat. Fokus utama pendidikan di PP Darul Mujtaba adalah pada pengembangan karakter religius melalui pembacaan, penulisan, dan penghafalan Al-Qur'an, serta penerapan doa dan dzikir harian. Namun demikian, di tengah peningkatan jumlah siswa dan semangat mereka dalam menggali ilmu agama, muncul pula minat yang tinggi terhadap bidang teknologi, khususnya robotika.

---

<sup>26</sup> Soraya Norma Mustika lahir di Malang, 9 Agustus 1992. Saat ini beliau tengah menempuh studi S3 di Universitas Negeri Malang (UM) dan juga menjabat sebagai dosen di Fakultas Vokasi UM. Beliau menyelesaikan pendidikan S1 di Universitas Brawijaya (UB), S2 di UB, dan S2 lainnya di National Sun Yat-sen University (NSYSU).

Sayangnya, keterbatasan fasilitas menjadi hambatan utama dalam pengembangan keterampilan teknologi siswa. Kegiatan ekstrakurikuler robotika yang telah tersedia belum mampu mengakomodasi antusiasme siswa secara maksimal karena minimnya peralatan pendukung. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tidak hanya praktis tetapi juga relevan dengan kondisi sumber daya yang terbatas, yakni pelatihan dasar Arduino. Pelatihan ini mencakup pengenalan komponen elektronika, pemrograman menggunakan Arduino IDE, dan perakitan proyek sederhana yang aplikatif.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pelatihan Arduino terbukti efektif dalam meningkatkan literasi teknologi pelajar, khususnya di lingkungan pendidikan menengah. Yolanda dan Arini (2018) menyatakan bahwa pelatihan robotik berbasis Arduino dapat memperkuat keterampilan guru dan siswa dalam memahami teknologi otomasi dengan pendekatan praktis dan aplikatif. Hal serupa diungkapkan oleh Rezeki et al. (2023), yang menegaskan bahwa pelatihan Arduino menjadi langkah strategis dalam menyiapkan siswa menghadapi Revolusi Industri 4.0 melalui penguatan kemampuan problem solving dan berpikir logis. Candra dan Pangaribuan (2023) juga menunjukkan bahwa pelatihan berbasis Arduino di lingkungan Madrasah Aliyah berhasil meningkatkan motivasi belajar siswa dan mendorong kolaborasi dalam merancang solusi teknologi sederhana.



Gambar 1 Pembukaan Pelatihan Dasar Arduino



Gambar 2 Pemaparan Materi



Gambar 3 Praktek Dasar Arduino



Gambar 4 Pemberian Cinderamata



Gambar 5 Foto Bersama Kegiatan Pelatihan Dasar Arduino

Dengan pendekatan sistematis dan penggunaan metode diskusi, simulasi, serta pembelajaran berbasis masalah, pelatihan ini diharapkan mampu membekali siswa dengan keterampilan dasar mikrokontroler secara menyeluruh. Selain itu, pelatihan ini ditargetkan menghasilkan beberapa luaran seperti Hak Kekayaan Intelektual (HKI), publikasi artikel ilmiah pada jurnal nasional terindeks SINTA, serta dokumen teknologi tepat guna. Penyebarluasan hasil kegiatan juga akan dilakukan melalui media sosial dan poster, sebagai bentuk apresiasi terhadap capaian siswa sekaligus mendorong semangat inovasi di lingkungan pesantren.

## Daftar Pustaka

Yolanda, Y., & Arini, W. (2018). Pelatihan robotic dan teknologi arduino bagi guru mipa dan pelajar sma/smk di wilayah

kabupaten musi rawas. *Jurnal Cemerlang: Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 1-11.

Rezeki, Y. A., Harjunowibowo, D., Budiawanti, S., Jamaluddin, A., Rahmasari, L., Rahardjo, D. T., ... & Nugroho, P. S. (2023). Pelatihan Dasar-Dasar Otomatisasi Berbasis Arduino Menyambut Revolusi Industri 4.0 Pada Siswa MA Al Madinah Boyolali. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(9), 1812-1816.

Candra, J. E., & Pangaribuan, H. (2023). Pelatihan Arduino untuk pelajar Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia Batam. *JUPADAI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 24-31.

# PELATIHAN DASAR HINGGA LANJUTAN GAMBAR TEKNIK: TEORI DAN PRAKTIK

Efa Suriani, M.Eng., C.C.Ms.<sup>27</sup>  
(Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya)

*“Pemahaman objek gambar kondisi nyata berupa dimensi, jenis material, fungsi, dan logika di lapangan mempercepat proses penggambaran pada lembar kerja.”*

Kemampuan menggambar teknik merupakan tujuan akhir yang harus dimiliki oleh peserta didik pada program keahlian teknik bangunan dan konstruksi maupun desain. Kompetensi gambar Teknik merupakan ilmu terapan yang banyak digunakan dilapangan dalam hal merencanakan, mendisain dan membangun termasuk dalam kegiatan perawatan. Gambar teknik adalah bahasa global yang digunakan dan disepakati oleh para profesional pada bidang ilmu Teknik Sipil, Arsitektur, Teknik Mesin maupun praktisi yang berkecimpung pada bidang desain bangunan maupun mereka yang menggeluti bidang desain menggunakan aplikasi gambar teknik. Bahasa global ini tidak menggunakan kata-kata, akan tetapi berupa simbol, garis, ukuran, dan bentuk geometris dalam menyampaikan informasi teknis. Dalam dunia industri konstruksi diharapkan para lulusan atau peserta didik memiliki ketepatan, kecepatan, dan kejelasan dalam menggambar

---

<sup>27</sup> Penulis lahir di Bandung, 24 Februari 1979, merupakan Dosen di Program Studi Teknik Sipil dan Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi (FST) UIN Sunan Ampel Surabaya, menyelesaikan studi S1 di UII Prodi Teknik Sipil FTSP Yogyakarta tahun 2003, menyelesaikan S2 di Pascasarjana Prodi Teknik Sipil UGM Yogyakarta tahun 2012.

Teknik selain masih terdapat pekerjaan rumah para pendidik terkait pemahaman membaca gambar teknik. Kemampuan ini adalah aspek vital dalam menunjang produktivitas dan kualitas hasil kerja di lapangan khususnya di dunia kerja baik lokal maupun internasional.

Pelatihan gambar Teknik ini diselenggarakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo yang merupakan kegiatan bantuan pengabdian kepada Masyarakat melalui LP2M Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Ampel Surabaya pada kluster Pengabdian berbasis Program Studi. Peserta pelatihan diambil dari tiga kelas siswa SMK N 1 Sidoarjo kelas 12 dari kelas DPIB 1 dan 2, dan kelas TKP. Program pelatihan ini dipilih dalam rangka penguatan kompetensi dasar dan lanjutan dalam mata Pelajaran Gambar Teknik. Pelaksanaan melibatkan beberapa mahasiswa mahasiswi Prodi Teknik Sipil dan Arsitektur UINSA. Berdasarkan hasil diskusi dengan guru pengampu kelas mendapatkan saran dan masukan agar peserta didik untuk dapat dipercepat dalam proses penggambaran menggunakan aplikasi gambar yaitu, *Auto Cad* pada kegiatan belajar mengajar gambar Teknik. Sehingga, kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pembelajaran dasar hingga lanjutan dalam teori dan praktek dan mempercepat kompetensi peserta didik dalam menggambar Teknik.

Pendampingan pelatihan menggambar Teknik di SMK N 1 Sidoarjo dilakukan secara bertahap. Tahapan pertama pendampingan dengan *me-review* ulang tentang teori dasar gambar Teknik. Pendampingan pada tahapan ini harus dipastikan seluruh peserta didik menguasai dan tingkat kompetensi kelas sudah rata-rata paham dan dapat dilanjutkan untuk tahapan lebih kompleks. Jika masih terdapat peserta didik yang belum menguasai pendampingan dapat ditanyakan pada tutor pelatihan. Pada pelaksanaan pelatihan ini antusias dan semangat para peserta didik dapat diacungkan jempol hal ini dapat dibuktikan dengan rasa

ingin tahu yang tinggi dari peserta didik, setelah selesai pembelajaran masih semangat bertanya pada tutor dan belajar hingga dini hari. Selanjutnya, materi pelatihan ditingkatkan dengan penggambaran pada struktur bawah bangunan atau pekerjaan Pondasi.

Pondasi yang diperkenalkan adalah pondasi dangkal mengingat konstruksi yang dipelajari pada level bangunan bertingkat rendah yaitu, bangunan sederhana satu lantai. Pembelajaran dengan memahami terlebih dahulu perhitungan galian tanah dan pekerjaan pendahuluan pada pekerjaan pondasi. Perhitungan volume tanah galian dan penjelasan terkait logika struktur bentuk dimensi dari pondasi yang berbentuk segitiga terkait distribusi tegangan dan dijelaskan lebih detail dan dikombinasikan dengan pemahaman tutor di lapangan sehingga pembelajaran komprehensif antara teori dan pekerjaan *real* di lapangan. Tahapan pembelajaran selanjutnya dilanjutkan dengan penyelesaian materi gambar Teknik sampai dengan keseluruhan gambar DED atau *Detail Engineering Design* untuk perencanaan rumah satu lantai dari gambar kerja struktur, arsitektur dan pekerjaan utilitas. Pembelajaran dilaksanakan pada dua (2) kelas Laboratorium yang khusus disediakan dalam pembelajaran gambar Teknik. Sarana dan prasarana yang dimiliki pihak sekolah kategori cukup memadai dari fasilitas komputer, papan tulis, LCD, meja dan kursi, serta kenyamanan pada ruang kelas. Namun, fasilitas internet belum terhubung sehingga, peserta didik menggunakan internet pribadi menggunakan *mobile handphone* secara mandiri. Peralatan pendukung dalam pembelajaran gambar Teknik juga sangat vital dalam mendukung keberhasilan peningkatan kompetensi peserta didik.

Tahapan berikutnya adalah ujian kompetensi peserta didik. Peserta didik diberikan tugas besar dengan beberapa kriteria dan ketentuan yang dituangkan dalam TOR untuk penilaian bagi

peserta didik. Pelaksanaan ujian dilaksanakan dalam waktu satu hari penuh. Beberapa peserta didik mengalami kendala dalam penyelesaian tugas besar. Kendala tersebut antara lain komputer yang digunakan rusak atau *error* pada saat ujian. Strategi pengabdian ini menggunakan metode SL atau *service learning*. Pendekatan ini harus dipenuhi beberapa persyaratan antara lain, *link to curriculum, meaningful S-L, reflection, diversity, partnership, dan progress, monitoring, duration and evaluation*. Ke-enam syarat ini harus disinkronkan dengan Lokasi atau tempat pengabdian dengan kluster pengabdian berbasis prodi atau program studi dengan tutor atau pengajar pelatihan. Pelaksanaan pelatihan pengabdian ini terdapat kesesuaian dengan kurikulum di sekolah tempat pelaksanaan pelatihan gambar teknik.

Refleksi pelaksanaan pelatihan dalam kegiatan pengabdian ini menjadi penting sebagai catatan dalam rangka mencari solusi dalam mempercepat mencetak peserta didik dengan kompetensinya yang unggul dan terpercaya. Sesuai dengan harapan dari guru pengampu mata Pelajaran gambar Teknik bahwa bagaimana peserta didik agar lebih cepat dalam menggambar objek yang diwujudkan pada gambar kerja dengan menggunakan aplikasi CAD. Berdasarkan hasil pelatihan bahwa kecepatam penguasaan menggambar Teknik tidak hanya sekedar pada keterampilan *software*, akan tetapi juga pada kemampuan peserta dalam memahami kondisi nyata objek yang digambar. Pada awal pelaksanaan, peserta masih tampak kesulitan mengenali *tools* dasar dalam CAD dan cenderung menggambar dengan pendekatan meniru tanpa memahami fungsi objek. Sebagai ilustrasi, pada penggambaran pintu dan jendela. Peserta didik belum dapat memahami ukuran dan gambar fisik dari pintu dan jendela itu sendiri. Setelah, dikoreksi peserta didik diminta untuk menyentuh, melihat, mengamati secara nyata pada pintu dan jendela di ruang kelas sekolah serta mengukur dimensi menggunakan penggaris, peserta menunjukkan peningkatan yang signifikan. Beberapa

peserta didik bahkan mampu menyusun gambar kerja sederhana secara mandiri dan memahami hubungan antara gambar detail dan fungsi aktual di lapangan. Pelatihan ini menunjukkan bahwa pemahaman terhadap objek nyata menjadi fondasi penting dalam meningkatkan kualitas hasil gambar Teknik. Pelatihan sejenis dapat menjadi replika untuk dilaksanakan di sekolah kejuruan lainnya, terutama dengan pendekatan kontekstual dan berbasis proyek nyata. Selain itu, pada kegiatan pelatihan pengabdian ini tidak kalah penting adalah *attitude* atau perilaku dari peserta didik. Perilaku peserta didik yang mau berbagi dan peduli dengan teman yang mengalami kesulitan pada pelatihan dan dapat bekerja sama dengan tutor maupun peserta lain dibandingkan dengan peserta didik yang hanya memikirkan kepentingan sendiri, tidak peduli dan merasa mampu atau sudah paham juga menjadi catatan penting untuk diberikan arahan bagi peserta didik yang memiliki perilaku hanya mementingkan kepentingan sendiri dan tidak mau bekerja sama membantu dikelas. Hal ini dapat menjadi bekal peserta didik untuk bekerja di Masyarakat tidak hanya kompetensi namun, *attitude* juga menjadi poin penting dalam mencetak kesuksesan peserta didik.



Gambar 1. Pengarahan awal Pelatihan Gambar Teknik

OPTIMALISASI

# TEKNIK DAN TEKNOLOGI

BERBASIS SUPPORT SYSTEM INDONESIA EMAS 2045

Keterlambatan dalam penguasaan teknologi dan lemahnya sistem pendukung menjadi tantangan serius yang dihadapi Indonesia di tengah percepatan globalisasi. Tanpa integrasi yang matang antara teknik, teknologi, dan support system, visi besar Indonesia Emas 2045 berisiko terhambat oleh keterbatasan sumber daya manusia maupun infrastruktur.

Buku ini menghadirkan analisis kritis sekaligus solusi praktis mengenai bagaimana optimalisasi teknik dan teknologi dapat menjadi motor penggerak pembangunan nasional. Melalui kajian konseptual, studi kasus, serta praktik terbaik, buku ini menyoroti strategi implementatif dalam memperkuat pemerintahan, ekonomi, pendidikan, hingga layanan publik berbasis teknologi modern.

Dengan gaya akademis yang tetap komunikatif, karya ini diharapkan mampu memperkaya wawasan pembaca sekaligus mendorong terciptanya transformasi digital yang inklusif, berkelanjutan, dan berdaya saing global. Pada akhirnya, keberhasilan mewujudkan Indonesia Emas 2045 sangat ditentukan oleh sejauh mana bangsa ini mampu mengoptimalkan teknologi dan sistem pendukungnya.

**Akademia Pustaka**

Jl. Sumbergempol, Sumberdadi, Tulungagung  
[ <https://akademiapustaka.com/>]  
[ [redaksi.akademiapustaka@gmail.com](mailto:redaksi.akademiapustaka@gmail.com)]  
[ [@redaksi.akademiapustaka](https://www.facebook.com/redaksi.akademiapustaka)]  
[ [@akademiapustaka](https://twitter.com/akademiapustaka)]  
[ 081216178398]

ISBN 978-623-157-215-8

