

## PERAKITAN *CHASSIS* DAN *POWERTRAIN* KENDARAAN *URBAN CONCEPT* HEMAT ENERGI UNTUK KONTES MOBIL HEMAT ENERGI DI SMK N 1 SAMBI

Ellyawan Setyo Arbintarso<sup>1\*</sup>, Aji Pranoto<sup>2</sup>, Bambang Wahyu Sidharta<sup>3</sup>, Imam  
Taqorub<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

<sup>4</sup>SMK N 1 Sambu, Boyolali

<sup>1,2,3</sup>Jl. Kalisahak 28 Balapan, Yogyakarta

<sup>4</sup>Jl. Sambu, Dusun III, Catur, Sambu, Boyolali, Jawa Tengah

E-Mail: [ellyawan@akprind.ac.id](mailto:ellyawan@akprind.ac.id)<sup>1</sup>, [aji.pranoto@akprind.ac.id](mailto:aji.pranoto@akprind.ac.id)<sup>2</sup>

[bambang\\_w@akprind.ac.id](mailto:bambang_w@akprind.ac.id)<sup>3</sup>, [imamtaqorub1@yahoo.co.id](mailto:imamtaqorub1@yahoo.co.id)<sup>4</sup>

### Abstrak

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) merupakan sebuah lomba tahunan mobil irit bahan bakar tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional (Pusprenas) Kemdikbudristek RI bekerja sama dengan salah satu Perguruan Tinggi di Indonesia sebagai tuan rumahnya. Salah satu kategori lomba dalam KMHE adalah jenis *Urban Concept* yaitu kendaraan roda empat yang tampilannya mirip mobil pada umumnya dan sesuai untuk berkendara di jalanan dengan penggerak motor pembakaran dalam dengan bahan bakar alternatif yaitu alkohol. Bobot kendaraan merupakan kendala utama dalam upaya untuk menghemat bahan bakar. Kendaraan harus dirancang sedemikian rupa sehingga berbobot ringan namun tanpa mengurangi kemampuan dalam berkendara. Bobot kendaraan *Urban Concept* disumbang dari mesin, *powertrain*, bodi, *chassis* dan bobot pengemudi. Mesin yang digunakan harus menggunakan mesin yang ada di pasaran (menggunakan bahan bakar premium/pertalite/pertamax), sehingga pengurangan bobot hanya dapat dilakukan di komponen lain. Dalam kesempatan ini diberikan konsep bagaimana merancang *chassis* dan *powertrain* yang memenuhi kebutuhan kendaraan namun berbobot ringan kepada siswa SMK Negeri 1 Sambu, Boyolali, Jawa Tengah.

**Kata Kunci:** *chassis*, *powertrain*, *urban concept*, hemat energi, SMK N 1 Sambu.

### Abstract

The Energy Efficient Car Contest - Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) is an annual national level fuel efficient car competition organized by the National Achievement Center - Pusat Prestasi Nasional (Pusprenas) of the Indonesian Ministry of Education, Culture, Research and Technology in collaboration with one of the universities in Indonesia as the host. One of the categories of competition in KMHE is the *Urban Concept* type, which is a four-wheeled vehicle that looks like a car in general and is suitable for driving on the road with an internal combustion motor driven with alcohol as an alternative fuel. Vehicle weight is a major obstacle in efforts to save fuel. Vehicles must be designed in such a way that they

*are light in weight but without compromising their ability to drive. The weight of the Urban Concept vehicle is contributed by the engine, powertrain, body, chassis and driver's weight. The engine used must use an engine on the market (using premium/pertalite/pertamax fuel), so that weight reduction can only be done in other components. On this occasion, the students of SMK Negeri 1 Sambu, Boyolali, Central Java were given the concept of how to design a chassis and powertrain that meets the needs of a vehicle but is light in weight.*

**Keywords:** Chassis, powertrain, urban concept, energy efficient, SMK N 1 Sambu.

## I. PENDAHULUAN

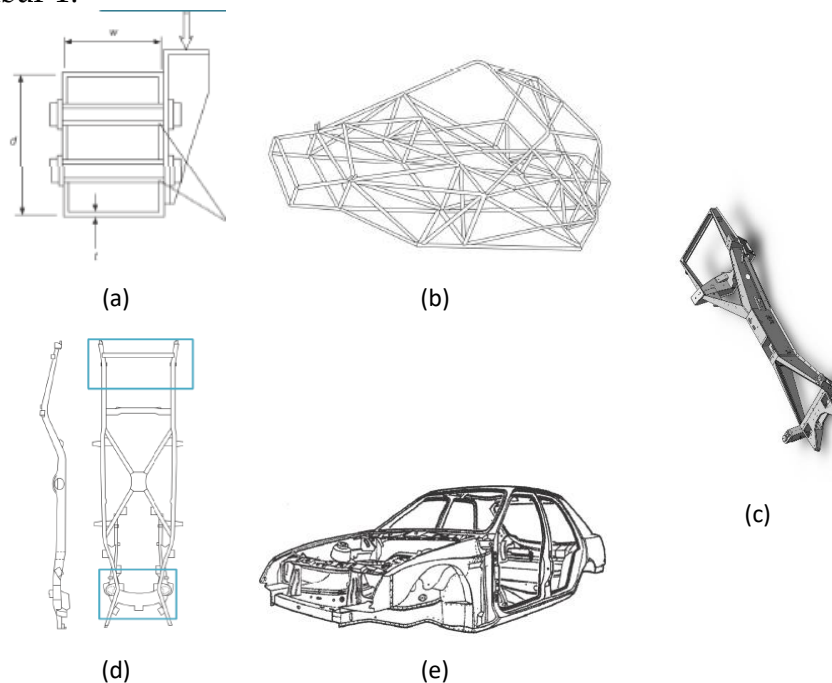
SMK N 1 Sambu adalah salah satu satuan pendidikan dengan jenjang SMK berlokasi di Desa Catur, Kecamatan Sambu, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah yang berjarak berkisar 60 km dari IST AKPRIND Yogyakarta. SMK N 1 Sambu beralamat di Wonotoro, Catur, Sambu, Boyolali, Catur, Kec. Sambu, Kab. Boyolali, Jawa Tengah, dengan kode pos 57376. SMK N 1 Sambu memiliki akreditasi B, berdasarkan sertifikat 032/BAN-SM/SK/2019. Berdasarkan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (2021) sekolah ini mempunyai peserta didik pada tahun ajaran 2021/2022 Gasal di SMK N 1 Sambu sebanyak 828 orang terdiri dari 435 siswa laki-laki dan 393 siswa wanita. Adapun program studi atau yang ada di SMK N 1 Sambu meliputi program studi Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO), Teknik dan Bisnis Sepeda Motor (TBSM), Tata Busana, Farmasi, dan Teknik Komputer dan Jaringan (TKJ). Dalam rangka memenuhi Tri Darma Perguruan Tinggi yang salah satunya adalah pengabdian kepada masyarakat (PkM) dimana merupakan kewajiban yang harus dilaksanakan oleh seorang dosen, untuk berbagi ilmu dan menerapkan kepada siswa kelas XI program studi TKRO di SMK N1 Sambu, Boyolali, Jawa Tengah, maka diselenggarakan pelatihan dengan tema Pembentukan Jiwa Wirausaha *Chassis* dan *Powertrain* Bidang Teknik Kendaraan Ringan.

Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) 2021 merupakan sebuah lomba mobil irit tingkat nasional yang diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional (Puspresnas) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi (Kemdikbudristek) Republik Indonesia bekerja sama dengan tuan rumah perguruan tinggi (Pusat Prestasi Nasional, 2021). Ini merupakan kontes di kalangan mahasiswa untuk membuat kendaraan yang irit bahan bakar tingkat nasional. Peserta akan mendesain dan membuat kendaraan masa depan yang hemat energi. Kemudian melombakan kendaraan karya mahasiswa tersebut dalam sebuah format kontes nasional antar perguruan tinggi se-Indonesia. Sistem penilaian tidak hanya irit bahan bakar, tetapi desain dari kendaraan juga dinilai. Peserta pada kontes ini adalah mahasiswa perguruan tinggi baik dari universitas, politeknik, maupun institut yang ada di seluruh Indonesia.

Kontes Mobil Hemat Energi memiliki dua kategori perlombaan yaitu kategori *Urban concept* dan *Prototype*. Kategori *Urban Concept* yaitu kendaraan roda empat yang tampilannya mirip mobil pada umumnya dan sesuai untuk berkendara di jalanan dengan kelas *Internal Combustion Engine* (ICE), listrik dan *Hybrid*. Kategori *Prototype* yaitu kendaraan masa depan dengan desain khusus yang memaksimalkan aspek aerodinamika untuk keperluan lomba dengan kelas *Internal Combustion*

Engine (ICE), listrik dan Hybrid. Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta (IST AKPRIND) telah mengikuti kompetisi nasional mobil hemat energi semenjak dari tahun 2013 (dulu bernama *Indonesia Energy Marathon Challenge*) dengan menurunkan 2 tim yaitu Tim Kalisahak28 (*Urban Concept - Ethanol ICE*) dan Tim Mataram Proto (*Prototype - Diesel ICE*). Selain itu IST AKPRIND juga mengikuti *Shell Eco-Marathon Asia* (SEM-A) yaitu ajang kompetisi kendaraan hemat energi dunia yang diselenggarakan oleh perusahaan dunia Shell (Shell, 2021) dan diselenggarakan di negara-negara Asia. IST AKPRIND semenjak tahun 2013 telah mengikuti ajang SEM-A dan pernah mendapat juara 2 di SEM-A Manila, Filipina pada tahun 2015.

*Chassis* kendaraan merupakan rangka yang berfungsi sebagai penopang berat kendaraan, mesin penumpang, serta beban-beban lain. Biasanya *chassis* terbuat dari kerangka baja yang memegang *body* dan *engine* dari sebuah kendaraan. Saat proses manufaktur *body* kendaraan dibentuk sesuai dengan struktur *chassis*-nya. *Chassis* mobil biasanya terbuat dari logam atau pun komposit. Material tersebut harus memiliki kekuatan untuk menopang beban dari kendaraan. *Chassis* juga berfungsi untuk menjaga agar mobil tetap rigid atau kaku dan tidak mengalami *bending*. *Chassis* kendaraan akan mengalami 5 jenis pembebanan yaitu lengkung (*bending*), puntir (*torsion*), kombinasi lengkung-puntir, lateral (samping) dan longitudinal-asimetris. Ada 5 jenis konstruksi *chassis* yang umum digunakan yaitu kerangka tangga (*ladder*), silang (*cruciform*), tulang belakang (*backbone*), rangka batang (*space-tubular*), dan struktur terintegrasi (*integral structures - monocoque*), seperti terlihat pada Gambar 1.



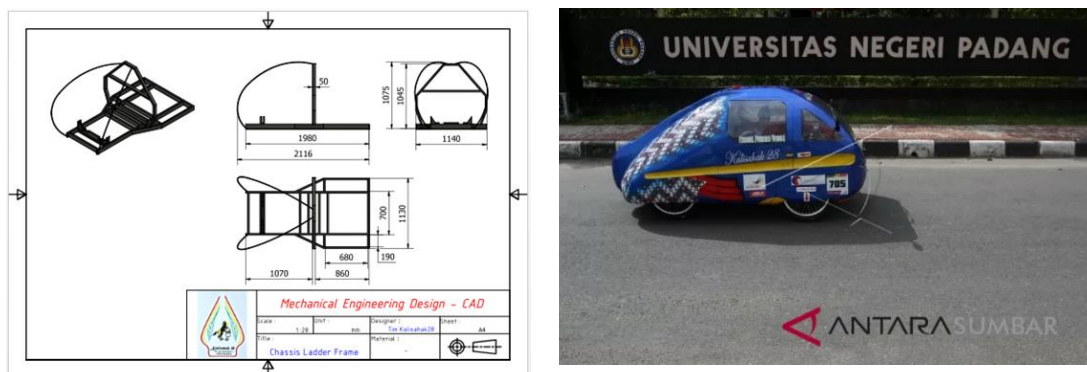
Gambar 1. Jenis Kerangka (*frame*) chassis a) *ladder*, b) *space-tubular*, c) *backbone*, d) *cruciform* dan e) *monocoque*.

Pemilihan jenis konstruksi dan bahan *chassis* untuk mobil hemat energi sangatlah penting, tujuan utamanya adalah menggunakan *chassis* dengan bobot ringan mungkin (karena akan menghemat bahan bakar sebagai sumber energi) namun tetap kuat memenuhi persyaratan pembebanan. Dalam perkembangan rancang bangun tim mobil hemat energi IST AKPRIND (Kalisahak28) telah melakukan berbagai upaya mendapatkan *chassis* yang ringan namun tetap tangguh, tidak mudah patah, tahan terhadap puntiran dan lengkungan. Berbagai bahan telah dicoba, dari menggunakan baja *hollow*, aluminium *hollow*, komposit serat kaca dan komposit serat karbon. Untuk sementara ini pilihan bahan *chassis* yang sesuai adalah aluminium *hollow* dengan sistem penyambungan paku keling (*rivet*) diperkuat lem *plastic steel*. Penggunaan komposit serat kaca juga pernah digunakan dan diteliti oleh tim Kalisahak28, *chassis* dibangun dengan konsep *axial honeycomb* dan tangguh terhadap beban, dan berhasil mendapatkan juara di KMHE 2018 Padang, selain itu juga dipublikasikan dalam seminar internasional *Automotive Innovation & Green Energy Vehicle 2018* di Kuantan, Pahang, Malaysia dan mendapatkan *Best Paper Award AiGEV* (ES Arbintarso dkk, 2019).

Penyambungan *chassis* menggunakan paku keling memang mudah, namun mempunyai kelemahan terhadap beban kombinasi lengkung dan puntir serta lateral, dimana jika kendaraan sering berbelok secara cepat maka lubang disekitar paku keling akan membesar dan ikatan sambungan menjadi longgar. Salah satu alternatif yang digunakan tim untuk mengatasi hal ini dengan mengkombinasikan sambungan lem epoxy (*plastic steel*) pada sambungan paku keling yang rawan terhadap beban lengkung dan puntir.



Gambar 2. Desain body mobil Kalisahak28 v5



Gambar 3. Chassis kombinasi ladder dan monocoque Kalisahak28 v3 blangkon

Tim Kalisahak28 saat ini sedang mengembangkan mobil Kalisahak28 versi 5, dengan mengadopsi bentuk aerodinamis supercar (lihat gambar 2) dan menggunakan *chassis* gabungan *ladder* dan *monocoque*, yaitu *chassis* berdasarkan *ladder chassis* namun di bagian atas diberi rangka tambahan yang menjadi satu dengan *chassis* bawah (lihat gambar 3). Gabungan *ladder chassis* dan *monocoque* telah diujicobakan pada mobil Kalisahak28 versi 4 dengan *body* blangkon dan dikembangkan pada versi 5 ini dengan *body* supercar.

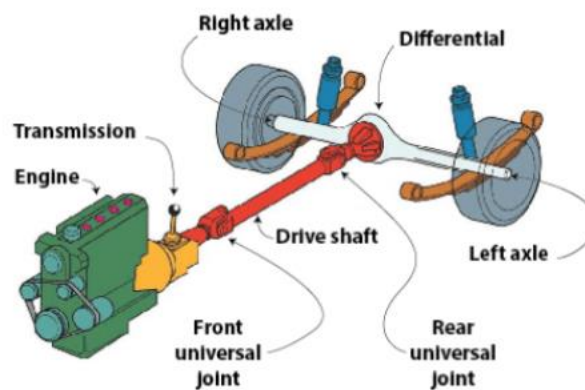
Penelitian yang telah dilakukan oleh anggota tim (Hidayat, MS., 2021) terkait dengan cara penyambungan aluminium *hollow*, yaitu dengan paku keling, lem epoxy (*plastic steel*) dan kombinasi keduanya. Sambungan paku keling menunjukkan tegangan geser rerata yang dapat diterima sebesar 16,23 MPa, sedangkan sambungan lem epoxy dapat menerima tegangan geser rerata sebesar 41,16 MPa, namun dalam hal beban lengkung, sambungan paku keling lebih unggul dengan tegangan lengkung rerata sebesar 32,29 MPa dibandingkan sambungan lem epoxy yang hanya 20,25. Melihat hasil pengujian tersebut, maka *chassis* Kalisahak28 v5 menggunakan kombinasi paku keling dan lem epoxy pada bagian tertentu saja, khususnya di sambungan anak tangga ke batang tangga (lihat gambar 4).



Gambar 4. Sambungan chassis menggunakan kombinasi paku keling dan lem epoxy (lingkaran) [5].

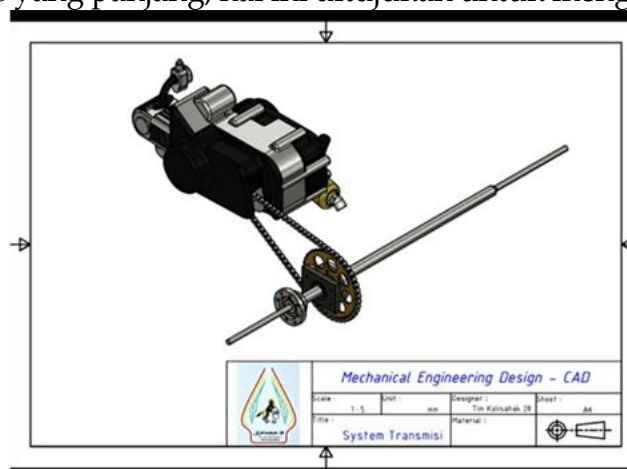
*Powertrain* (Pemindah Tenaga) adalah rangkaian komponen-komponen untuk menyalurkan tenaga (daya) dari mesin menuju roda penggerak suatu kendaraan. Komponen-komponen tersebut secara umum meliputi kopling, transmisi, poros penggerak, gandar (poros hubung) dan diferensial (lihat gambar 5). Masing-masing kendaraan mempunyai susunan komponen yang berbeda tergantung jenis mesin, lokasi mesin dan lokasi roda penggerak.

Mobil Kalisahak28 juga menggunakan komponen-komponen *powertrain*, namun tidak semua digunakan mengingat pertimbangan bobot menjadi perhatian utama. Mesin penggerak mobil Kalisahak28 menggunakan mesin motor Supra 125 (untuk versi 5) yang mampu memberikan daya 0,1 HP pada 7000 rpm dengan kopling jenis sentrifugal di poros engkol mesin untuk memudahkan pengendalian kecepatan.



Gambar 5. Komponen-komponen pada powertrain (Belajar Sesuatu,2021)

Sistem transmisi yang digunakan menggunakan rantai dan *sprocket*, dikarenakan pada saat lomba perlu menggunakan strategi '*kill and run*' untuk menghemat bahan bakar maka pada bagian roda penggerak dipasang *free-wheel* yang berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan daya dari *sprocket* ke roda, sehingga pada saat mesin mati maka sistem transmisi dan roda akan terputus, dan roda akan tetap mengelinding sehingga kendaraan dapat meluncur sempurna. Mobil Kalisahak28 hanya menggunakan penggerak satu roda (belakang) saja (lihat Gambar 6), pada umumnya sebelah kiri belakang (tergantung lintasan lomba). Ketiga roda yang lain hanya menggunakan poros tumpu yang tetap, sehingga tidak memerlukan poros yang panjang, hal ini ditujukan untuk mengurangi bobot mobil.



Gambar 6. Penggerak satu roda bagian belakang kiri.

## II. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat khususnya siswa kelas XI program studi Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) kelas A dan B SMK N 1 Sambi, Boyolali, Jawa Tengah dilakukan dalam bentuk ceramah dan pelatihan serta demonstrasi kekuatan *chassis* menggunakan metode yang telah dikembangkan Tim Kalisahak28 IST AKPRIND. Dikarenakan pelaksanaan masih dalam kondisi pandemic Covid-19, maka kegiatan menerapkan protokol Kesehatan yang ketat dan hanya memperlihatkan video dokumentasi terkait *chassis* dan *powertrain* yang telah dikembangkan. Untuk melihat sejauh mana pemahaman atas materi yang

telah diberikan maka disusunlah pertanyaan (*questionnaire*) bagi siswa peserta, dimana hasilnya akan digunakan dalam evaluasi kegiatan pengabdian ini.

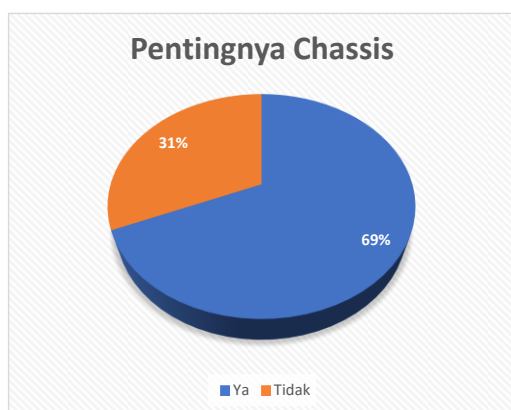
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan PkM yang dilakukan terhadap siswa-siswa kelas XI program studi Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) kelas A dan B SMK N 1 Sambu, Boyolali, Jawa Tengah menggunakan metode ceramah, pelatihan penyusunan *chassis*, pemutaran video dokumentasi dan tanya jawab.

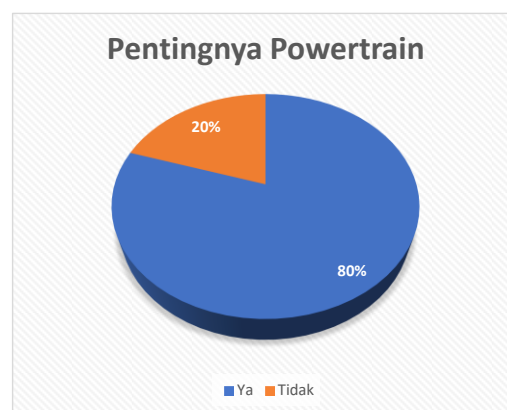
Tabel 1. Daftar Pertanyaan (*Questionnaire*)

No.	Pertanyaan	Ya	Tidak
1.	Apakah <i>Chassis</i> merupakan bagian yang penting (utama) dari suatu kendaraan?	48	22
2.	Apakah <i>Powertrain</i> merupakan bagian yang penting (utama) dari suatu kendaraan?	56	14
3.	Apakah menurut anda, penghematan bahan bakar hanya terjadi melalui modifikasi mesin ( <i>engine</i> )?	63	7
4.	Apakah anda sebelum kegiatan ini telah mengetahui cara penyambungan <i>chassis</i> menggunakan paku keling ( <i>rivet</i> ) atau lem epoxy?	7	63
5.	Apakah kegiatan PkM ini bermanfaat menambah ilmu pengetahuan anda?	70	0

Adapun dari hasil pertanyaan kepada 70 (tujuh puluh) siswa diperoleh hasil sebagai berikut: 69% memahami pentingnya *chassis* pada kendaraan (Gambar 7), 80% memahami pentingnya *powertrain* bagi kendaraan (Gambar 8), 90% menganggap penghematan bahan bakar diperoleh melalui modifikasi mesin (Gambar 9), 10% mengetahui cara penyambungan *chassis* menggunakan paku keling atau lem (Gambar 10), dan 100% menyatakan kegiatan PkM ini bermanfaat menambah ilmu pengetahuan mereka.



Gambar 7. Pemahaman pentingnya *chassis*



Gambar 8. Pemahaman pentingnya *powertrain*



Gambar 9. Penghematan bahan bakar hanya melalui modifikasi *engine*



Gambar 10. Pengetahuan penyambungan chassis menggunakan paku keling dan lem

Namun *stigma* yang ada di masyarakat masih mempengaruhi mereka yaitu bahwa untuk menghemat bahan bakar suatu kendaraan harus melalui modifikasi mesin (*engine*) saja. Dalam kenyataannya modifikasi mesin hanya memberikan 30% penghematan bahan bakar, komponen lain yang mempengaruhi penghematan bahan bakar adalah bobot kendaraan yang diperoleh dari bobot mesin, bodi kendaraan, *chassis*, *powertrain* (kehilangan tenaga menyebabkan pemborosan bahan bakar), penumpang, dan pola mengendara kendaraan. Begitu juga pengetahuan terkait proses penyambungan *chassis*, pada umumnya hanya mengenal pengelasan sebagai proses penyambungan *chassis*. Penyambungan menggunakan paku keling dan lem epoxy telah diteliti dan dilakukan pada beberapa chassis kendaraan terutama yang menggunakan bahan non besi (Hannon, CJ., dkk, 2015, Cicco, FD. dkk, 2017, Ren, X., 2021 dan Fendrich, T., dan Zoppke, H., 2017) sehingga dapat menurunkan bobot dari kendaraan tersebut, tanpa mengurangi kemampuan sebagai chassis.

#### IV. SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Pemahaman konsep penghematan bahan bakar perlu ditanamkan kepada para siswa-siswa kelas XI program studi Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) kelas A dan B SMK N 1 Sambu, Boyolali, Jawa Tengah sebagai bagian dari upaya menimbulkan kesadaran akan lingkungan. Penghematan bahan bakar kendaraan dapat dilakukan dengan cara mengurangi bobot kendaraan tanpa menurunkan kemampuan secara fisik maupun mekanis. Kegiatan PkM telah berhasil memberikan pengetahuan tentang pembuatan *chassis* dan perancangan *powertrain* yang dapat menghemat bahan bakar kendaraan bagi siswa SMK N 1 Sambu, Boyolali, Jawa Tengah. Perlu dilakukan pelatihan lebih lanjut dan terjadwal sehingga para siswa lebih memahami dan menguasai cara menghemat energi bahan bakar pada kendaraan.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Terima kasih teruntuk: Bapak Syamsudin, STp., MSi. Kepala SMK N 1 Sambu, Boyolali atas perkenannya memberi kesempatan berbagi pengetahuan, segenap guru SMK N 1 Sambu, Boyolali, Rektor IST AKPRIND Yogyakarta, dan Kepala

**DAFTAR PUSTAKA**

- Belajar Sesuatu, (2021), Pengertian, Fungsi, dan Komponen Sistem Pemindah Tenaga, tersedia pada <https://www.belajarsesuatu.id/2021/02/sistem-pemindah-daya-power-train.html> diakses pada tanggal 10 Februari 2022
- Cicco, FD., Fanelli, P., dan Vivio, F. (2017) Fatigue reliability evaluation of riveted lap joints using a new rivet element and DFR. *International Journal of Fatigue*. 101 (2). 430-438. DOI: 10.1016/j.ijfatigue.2017.02.006
- ES Arbintarso, HF Datama, RNW Aviyanto, B Prasetya, USAB Purwokusumo, B Aditiawan, P Prenggo and RBS Adi, 2019, The Bending Stress on GFRP Honeycomb Sandwich Panel Structure for a Chassis Lightweight Vehicle, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 506 (2019) 012050 doi:10.1088/1757-899X/506/1/012050 15 April 2019. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/506/1/012050/pdf> diakses pada tanggal 10 Februari 2022
- Fendrich, T., dan Zoppke, H. (2017) Design improvements for stronger adhesive bonds. *Adhesion Adhesives & Sealants*. 14. 28-33. DOI: 10.1007/s35784-017-0016-y
- Hannon, CJ., dan Evans, EJ. (2015) Characterisation of an under-cured epoxy adhesive for use on the riv-bonded Bloodhound SSC lower chassis. *Proceeding of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Material: Design and Applications*. 231 (6). 557-567. DOI: 10.1177/1464420715601701
- Hidayat, MS., (2021), Analisa Sambungan Aluminium Hollow dengan Menggunakan Paku Keling dan Lem *Plastic Steel* pada Chassis Mobil Kalisahak 28 V5, *Skripsi*, Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, (2021), SMK N 1 Sambu, tersedia pada <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/762DBD4FFCA482ABDE3B> diakses pada tanggal 10 Februari 2022
- Pusat Prestasi Nasional, (2021), Kontes Mobil Hemat Energi 2021, tersedia pada <https://pusatprestasinasional.kemdikbud.go.id/event/sains-dan-teknologi/dikti/kontes-mobil-hemat-energi-2021-2021-dikti> diakses pada tanggal 10 Februari 2022
- Ren, X., Chen, C., Qin, D., Wu, J., dan Quyang, Y. (2021) Mechanical properties of tubular rivet-reinforced joints realized with different reinforcing loads. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 117. 877-888. DOI: 10.1007/s00170-021-07734-8
- Shell, (2021), Tentang Shell Eco-Marathon, tersedia pada [https://www.shell.co.id/in\\_id/energi-dan-inovasi/make-the-future/shell-eco-marathon/tentang-shell-eco-marathon.html](https://www.shell.co.id/in_id/energi-dan-inovasi/make-the-future/shell-eco-marathon/tentang-shell-eco-marathon.html) diakses pada tanggal 10 Februari 2022