

PELATIHAN PERBAIKAN MODUL INVERTER KULKAS LG BAGI SISWA SMKN 3 SINGARAJA

I W Sutaya¹, Ketut Udy Ariawan², I Gede Nurhayata³, I Gede Ratnaya⁴, I P Suka Arsa⁵

^{1,2,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika; ^{4,5} Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Email: wsutaya@undiksha.ac.id, udyariawan@undiksha.ac.id, gede.nurhayata@undiksha.ac.id,
gede.ratnaya@undiksha.ac.id, suka.arsa@undiksha.ac.id

ABSTRACT

The Community Service Program (PkM) at SMKN 3 Singaraja aims to enhance the competence of 11th-grade students in the Electronics Engineering Department through training on repairing LG refrigerator inverter modules, involving university students as instructors. The program was systematically implemented through planning, material preparation, implementation, and evaluation stages. The training materials covered inverter working principles, introduction to main components, fault identification, and repair and testing techniques. The results showed a significant improvement in students' skills, particularly in diagnosing problems and performing proper repairs. This activity not only provided practical benefits for students but also strengthened the role of universities in carrying out the Tri Dharma through knowledge transfer to the school community. The success of the program was reflected in the students' ability to master both theory and practice, serving as valuable preparation for entering the electronics workforce. The program is expected to continue to generate broader positive impacts for both students and the household appliance industry.

Keywords: Community Service, LG Refrigerator Inverter, Vocational High School Students, Module Repair

ABSTRAK

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) di SMKN 3 Singaraja bertujuan meningkatkan kompetensi siswa kelas XI Teknik Elektronika melalui pelatihan perbaikan modul inverter kulkas LG dengan melibatkan mahasiswa sebagai instruktur. Program dilaksanakan secara sistematis melalui tahapan perencanaan, penyusunan materi, pelaksanaan, dan evaluasi. Materi mencakup prinsip kerja inverter, pengenalan komponen utama, identifikasi kerusakan, serta teknik perbaikan dan pengujian. Hasil pelatihan menunjukkan peningkatan signifikan keterampilan siswa, terutama dalam mendiagnosis kerusakan dan melakukan perbaikan tepat. Kegiatan ini tidak hanya memberi manfaat praktis bagi siswa, tetapi juga memperkuat peran perguruan tinggi dalam menjalankan Tri Dharma melalui transfer pengetahuan kepada masyarakat sekolah. Keberhasilan tercermin dari kemampuan siswa menguasai teori dan praktik, yang menjadi bekal menghadapi dunia kerja di bidang elektronika. Program ini diharapkan berlanjut agar memberikan dampak positif lebih luas, baik bagi siswa maupun industri rumah tangga.

Kata kunci: Pengabdian Kepada Masyarakat, Inverter Kulkas LG, Siswa SMK, Perbaikan Modul

PENDAHULUAN

Paper ini disusun sebagai laporan kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PkM) yang telah dilaksanakan di SMKN 3 Singaraja. Kegiatan ini difokuskan pada pelatihan perbaikan modul inverter kulkas LG yang ditujukan kepada siswa kelas XI Jurusan Teknik Elektronika. Program pelatihan ini dirancang untuk memberikan keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan dunia industri, sekaligus memperkuat peran perguruan tinggi dalam menyebarkan pengetahuan dan

teknologi kepada masyarakat. Kegiatan ini merupakan implementasi dari Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam aspek pengabdian, dengan melibatkan mahasiswa Universitas Pendidikan Ganesha sebagai instruktur yang menyalurkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah untuk diterapkan secara nyata. Pendanaan kegiatan ini bersumber dari DIPA Universitas Pendidikan Ganesha melalui mekanisme hibah kompetitif, sehingga pelaksanaannya terukur dan terarah.

Kebutuhan terhadap tenaga terampil di bidang elektronika terus meningkat, baik di sektor rumah tangga maupun industri jasa, termasuk industri perhotelan yang berkembang pesat di Bali. Peralatan rumah tangga modern, seperti kulkas, kini banyak menggunakan teknologi inverter untuk meningkatkan efisiensi energi dan kinerja. Akibatnya, kemampuan untuk memahami, mendiagnosis, dan memperbaiki modul inverter menjadi keahlian yang sangat dibutuhkan. Siswa SMKN 3 Singaraja, sebagai calon lulusan yang akan langsung bersaing di dunia kerja, perlu dibekali pemahaman yang mendalam tentang prinsip kerja inverter, fungsi komponen, serta teknik perbaikan kerusakan yang umum terjadi. Oleh karena itu, pelatihan ini dipandang sangat penting dalam meningkatkan daya saing lulusan SMK di bidang elektronika terapan.

Pelatihan ini memberikan manfaat langsung bagi siswa dengan meningkatkan keterampilan praktis mereka. Materi pelatihan mencakup teori dasar mengenai sistem inverter, identifikasi komponen utama pada modul kulkas LG, analisis berbagai kerusakan yang sering ditemui, hingga teknik perbaikan dan pengujian hasil perbaikan. Dengan pendekatan yang berbasis praktik, siswa tidak hanya memperoleh pengetahuan teoretis, tetapi juga kemampuan problem solving dalam menghadapi kerusakan nyata yang sering dijumpai di lapangan. Hal ini menjadi bekal penting untuk meningkatkan kesiapan siswa dalam memasuki dunia kerja dan menjawab kebutuhan industri rumah tangga yang kian berkembang.

Bagi dosen dan mahasiswa, kegiatan ini juga memiliki nilai tambah. Dosen dapat mengimplementasikan pengetahuan yang selama ini diajarkan di ruang kuliah secara langsung dalam bentuk kontribusi nyata kepada masyarakat. Sementara itu, mahasiswa yang dilibatkan sebagai instruktur mendapatkan pengalaman berharga dalam mengajar, berkomunikasi, dan membimbing peserta pelatihan. Selain memperkuat pemahaman

mereka terhadap materi kuliah, pengalaman ini juga menjadi ajang pembelajaran soft skill yang sangat penting dalam dunia kerja. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya memberikan dampak positif bagi siswa SMKN 3 Singaraja, tetapi juga bagi civitas akademika Universitas Pendidikan Ganesha yang menjalankan misi pengabdian kepada masyarakat.



Gambar 1. Acara foto bersama saat pelaksanaan kegiatan pengabdian

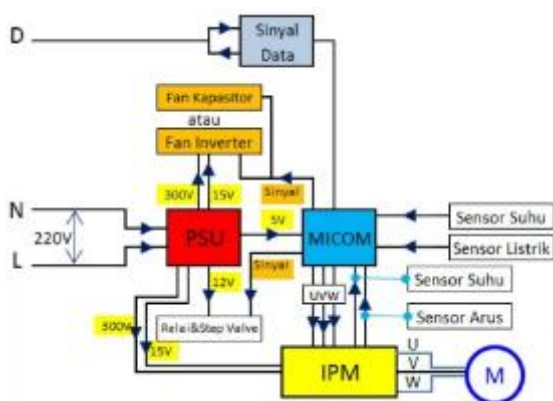
SMK Negeri 3 Singaraja sendiri merupakan salah satu sekolah menengah kejuruan yang telah lama menjadi pusat pengembangan pendidikan vokasi di Buleleng, Bali. Berlokasi di Jalan Gempol, Kelurahan Banyuning, sekolah ini memiliki akses yang strategis dan lingkungan belajar yang kondusif. Berdiri sejak tahun 1961 dengan nama Sekolah Teknik Menengah (STM) Singaraja, sekolah ini telah mengalami perkembangan yang pesat, baik dalam hal fasilitas maupun bidang keahlian yang ditawarkan. Saat ini, SMK Negeri 3 Singaraja membuka berbagai program keahlian, termasuk teknik ketenagalistrikan, teknik elektronika, dan teknik permesinan. Keberadaan sekolah ini menjadikannya mitra strategis bagi perguruan tinggi dalam melaksanakan program PkM, karena siswa-siswinya dipersiapkan untuk menjadi tenaga terampil yang siap bekerja sesuai kebutuhan industri.

PUSTAKA MODUL INVERTER

Kontrol berbasis logika yang mengambil peran sistem kontrol dan kontakt tradisional

Perangkat pendingin modern [1], [2] berbasis inverter, seperti kulkas LG, menggunakan sistem kendali elektronik terintegrasi yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi, stabilitas suhu, serta keandalan operasional [3], [4]. Diagram blok sistem inverter kulkas pada Gambar 1 menunjukkan hubungan fungsional antar komponen utama, meliputi Power Supply Unit (PSU), Microcontroller (MICOM), Intelligent Power Module (IPM), sensor-sensor, kipas, dan motor kompresor.

Power Supply Unit (PSU) merupakan sumber daya utama yang mengubah tegangan AC 220 V dari jaringan listrik menjadi berbagai level tegangan DC. Dari diagram terlihat bahwa PSU menghasilkan tegangan 300 V DC untuk catu daya utama IPM, 15 V untuk kipas dan kontrol tambahan, serta 12 V untuk penggerak komponen seperti relai dan step valve. Selain itu, PSU juga menyediakan sinyal 5 V yang digunakan oleh MICOM sebagai logika pengendali. Distribusi multi-level tegangan ini sangat penting karena setiap blok memiliki kebutuhan daya yang berbeda.



Gambar 2. Blok rangkaian inverter kulkas LG

Microcontroller (MICOM) berfungsi sebagai pusat pengolahan data [5]. Modul ini menerima sinyal dari berbagai sensor, termasuk sensor suhu, sensor arus, dan sensor listrik. Sensor

suhu ditempatkan di beberapa titik untuk memantau kondisi termal, baik di ruang pendingin maupun pada pipa kompresor. Sensor arus digunakan untuk mengukur beban listrik motor, sedangkan sensor listrik mendeteksi kondisi suplai daya. Informasi dari sensor diproses oleh MICOM untuk menghasilkan sinyal kendali yang akurat. Dengan cara ini, MICOM tidak hanya mengatur kecepatan kompresor, tetapi juga melindungi sistem dari kelebihan arus, tegangan tidak stabil, dan kondisi abnormal lainnya [6].

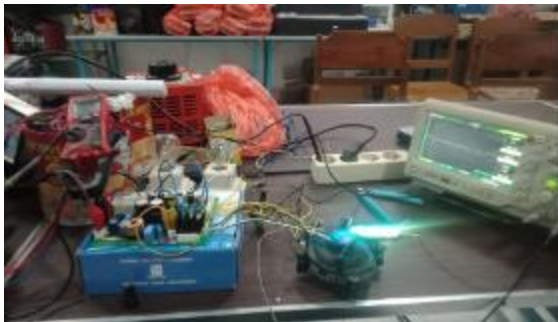
Intelligent Power Module (IPM) merupakan blok penguat daya sekaligus proteksi. IPM menerima sinyal kendali dari MICOM kemudian mengubahnya menjadi sinyal tiga fasa (UVW) untuk menggerakkan motor kompresor inverter. Modul ini dilengkapi dengan rangkaian switching berbasis transistor daya, yang memungkinkan pengendalian kecepatan motor secara halus dan efisien. IPM juga terintegrasi dengan sistem proteksi internal yang dapat memutus arus apabila terjadi hubung singkat, lonjakan tegangan, atau panas berlebih.

Motor kompresor inverter yang digerakkan oleh IPM bekerja dengan prinsip putaran variabel. Berbeda dengan motor konvensional yang hanya memiliki mode on/off, motor inverter dapat dioperasikan pada kecepatan rendah hingga tinggi sesuai kebutuhan pendinginan. Hal ini mengurangi frekuensi start-stop kompresor, sehingga konsumsi daya lebih rendah, getaran berkurang, dan umur pakai motor lebih panjang.

Selain blok utama tersebut, sistem juga dilengkapi dengan kipas yang berfungsi menjaga sirkulasi udara dan membantu pendinginan komponen internal, seperti kapasitor dan inverter. Kipas ini dikendalikan oleh PSU melalui suplai 15 V. Kehadiran kipas sangat penting dalam mempertahankan stabilitas termal modul, karena panas berlebih

dapat menurunkan efisiensi dan mempercepat kerusakan.

Secara keseluruhan, diagram blok ini menunjukkan bagaimana integrasi antara PSU, MICOM, IPM, sensor, kipas, dan motor kompresor menciptakan sistem yang cerdas dan efisien. MICOM berperan sebagai otak pengendali, IPM sebagai otot penggerak, sensor sebagai indera pemantau, sementara PSU sebagai sumber energi. Sinergi ini menghasilkan sistem kulkas inverter yang mampu menjaga suhu lebih stabil, menghemat energi hingga puluhan persen, serta memberikan perlindungan berlapis terhadap kerusakan komponen.



Gambar 3. Alat inverter yang digunakan untuk pelatihan dipersiapkan sedang dipersiapkan dan diuji di laboratorium

METODE

Metode yang digunakan dalam kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini terdiri dari beberapa tahapan, dengan mengacu pada konsep penelitian berikut [7], [8], [9]. Tahap pertama adalah persiapan, yang meliputi identifikasi kebutuhan siswa SMKN 3 Singaraja terkait keterampilan perbaikan modul inverter kulkas LG. Tim pelaksana melakukan koordinasi dengan pihak sekolah serta meninjau fasilitas praktik yang tersedia, sekaligus melakukan survei awal untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa mengenai sistem inverter.

Tahap kedua adalah penyusunan materi pelatihan. Materi yang disusun mencakup teori dasar mengenai prinsip kerja inverter, pengenalan blok utama modul (PSU, MICOM, IPM, sensor, dan motor), serta teknik identifikasi kerusakan yang umum terjadi. Selain itu, disiapkan pula panduan praktik perbaikan dan prosedur pengujian modul inverter setelah dilakukan perbaikan. Penyusunan materi ini dilakukan oleh dosen dan mahasiswa dengan mengacu pada standar industri dan referensi teknis terbaru.

Tahap ketiga adalah pelaksanaan pelatihan, di mana siswa diberikan pembelajaran teori singkat kemudian diarahkan untuk melakukan praktik langsung. Kegiatan praktik mencakup analisis kerusakan, penggantian komponen, serta pengujian modul inverter kulkas LG menggunakan peralatan laboratorium. Selama pelatihan, mahasiswa berperan sebagai instruktur pendamping yang membimbing siswa secara kelompok.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, siswa kelas XI Teknik Elektronika SMKN 3 Singaraja dibagi menjadi lima kelompok. Setiap kelompok terdiri dari empat siswa dan dipandu oleh seorang mahasiswa Universitas Pendidikan Ganesha yang bertugas sebagai instruktur. Mahasiswa yang menjadi instruktur telah memiliki pengalaman akademik yang memadai, terutama setelah menempuh mata kuliah yang berkaitan dengan sistem inverter dan elektronika daya. Tingkat penguasaan instruktur terhadap materi terbukti sangat membantu dalam proses pembelajaran, karena siswa dapat memahami setiap langkah yang disampaikan secara runtut. Kunci keberhasilan transfer pengetahuan dalam pelatihan ini terletak pada kemampuan instruktur dalam menjelaskan prinsip kerja inverter serta teknik perbaikan modul kulkas LG dengan bahasa yang sederhana dan mudah dipahami oleh siswa.

Mahasiswa yang berperan sebagai pelatih menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam menguasai materi, baik teori maupun praktik. Hal ini ditunjukkan dengan kelancaran mereka dalam menyampaikan konsep dasar inverter, pengenalan komponen utama seperti kompresor, PCB modul, sensor, hingga IC pengendali, serta menjelaskan jenis kerusakan yang sering terjadi pada kulkas inverter.



Gambar 4. Acara pembukaan kegiatan pengabdian

Selain itu, mahasiswa juga membimbing siswa untuk langsung mempraktikkan cara mendiagnosis kerusakan dengan alat ukur seperti multimeter dan oscilloscope sederhana. Pendekatan ini membuat siswa lebih cepat memahami proses troubleshooting, sekaligus meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam menangani kerusakan yang nyata. Keberhasilan perguruan tinggi dalam mencetak mahasiswa dengan kompetensi kuat tercermin dari kemudahan mereka mentransfer ilmu kepada siswa SMK melalui kegiatan PkM ini.

Pada tahap selanjutnya, siswa diarahkan untuk mempraktikkan langsung teknik perbaikan modul inverter kulkas LG. Dengan bimbingan mahasiswa, siswa belajar membongkar modul, mengidentifikasi komponen yang rusak seperti kapasitor, resistor, atau komponen semikonduktor, serta mempelajari cara mengganti dan menguji komponen tersebut. Aktivitas ini berlangsung dengan sistematis

sehingga siswa tidak hanya menghafal langkah perbaikan, tetapi juga memahami alasan teknis di balik setiap tindakan. Proses ini menumbuhkan keterampilan analitis siswa dalam menilai kerusakan, sekaligus melatih keuletan mereka dalam melakukan perbaikan dengan standar kerja yang baik.



Gambar 5. Kegiatan pelatihan yang dipandu oleh mahasiswa

Secara keseluruhan, pelaksanaan kegiatan PkM di SMKN 3 Singaraja berjalan dengan baik dan berhasil mencapai tujuan yang telah direncanakan. Siswa yang sebelumnya hanya memiliki pengetahuan dasar tentang elektronika kini lebih memahami teknologi inverter yang banyak digunakan pada peralatan rumah tangga modern. Mereka yang semula kurang percaya diri dalam melakukan perbaikan kini mampu mendiagnosis masalah dan melakukan tindakan perbaikan dengan lebih terarah. Hasil ini tidak hanya bermanfaat bagi siswa secara individu, tetapi juga meningkatkan citra sekolah sebagai lembaga yang mampu menghasilkan lulusan dengan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri.



Gambar 6. Ketua PkM memberikan pengarahan dalam proses pelatihan

Bagi pihak sekolah, kegiatan ini sangat bermanfaat karena memberikan tambahan keterampilan yang tidak seluruhnya dapat dicakup oleh kurikulum reguler. Bagi pihak kampus, kegiatan ini menjadi bentuk nyata implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam aspek pengabdian. Dosen memperoleh kesempatan untuk menerapkan keilmuannya, sementara mahasiswa memperoleh pengalaman berharga dalam membimbing, berkomunikasi, dan mengatasi kendala nyata di lapangan.



Gambar 7. Menguji Siswa dalam proses pemberian pelatihan

Dari berbagai masukan yang diperoleh, kegiatan PkM ini sangat layak untuk dilanjutkan pada tahun-tahun berikutnya. Pelatihan perbaikan modul inverter tidak hanya relevan untuk kebutuhan rumah tangga, tetapi juga penting bagi dunia industri yang semakin mengedepankan efisiensi energi. Dengan keterampilan yang diperoleh, siswa SMKN 3 Singaraja diharapkan dapat lebih siap memasuki dunia kerja di bidang elektronika maupun engineering perhotelan, serta mampu menjadi tenaga terampil yang berdaya saing tinggi.



Gambar 8. Acara penutupan kegiatan pengabdian

SIMPULAN

Pelaksanaan kegiatan PkM di SMKN 3 Singaraja telah berjalan dengan sangat baik dan mencapai tujuan yang diharapkan. Keberhasilan ini tercermin dari peningkatan kompetensi siswa kelas XI Teknik Elektronika dalam memahami prinsip kerja inverter, mengenali komponen utama, mendiagnosis kerusakan, serta melakukan perbaikan pada modul inverter kulkas LG. Keterampilan ini menjadi bekal penting bagi siswa untuk memasuki dunia kerja, khususnya di sektor elektronika dan industri perhotelan yang kini banyak menggunakan perangkat berbasis teknologi inverter.

Manfaat kegiatan ini dirasakan oleh kedua belah pihak. Bagi SMKN 3 Singaraja, siswa memperoleh pengalaman praktik langsung yang menambah keterampilan di luar pembelajaran reguler, sehingga kualitas lulusan menjadi lebih kompetitif. Sementara itu, bagi Universitas Pendidikan Ganesha, khususnya program studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika (TRSE) dan Pendidikan Teknik Elektro (PTE), kegiatan ini menjadi wujud nyata implementasi

Tri Dharma Perguruan Tinggi dalam bentuk hilirisasi ilmu dan keterampilan yang diperoleh di kampus untuk diterapkan secara langsung kepada masyarakat sekolah.

Dengan hasil yang positif ini, kegiatan pengabdian serupa sangat layak untuk dilanjutkan di masa mendatang. Pelatihan perbaikan modul inverter kulkas tidak hanya relevan dengan kebutuhan industri rumah tangga, tetapi juga berkontribusi pada kesiapan tenaga kerja terampil di bidang elektronika. Keberlanjutan program ini akan memberikan dampak yang lebih luas, baik dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia lulusan SMK maupun dalam memperkuat peran perguruan tinggi sebagai motor penggerak kemajuan masyarakat.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] J. M. Belman-Flores, D. Hernández-Fusilier, J. J. García-Pabón, and D. A. Rodríguez-Valderrama, "Intelligent Control Based on Usage Habits in a Domestic Refrigerator with Variable Speed Compressor for Energy-Saving," *Clean Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 528–550, 2024, doi: 10.3390/cleantechnol6020028.
- [2] R. W. Chang, D. Y. Liu, S. G. Chen, and N. Y. Wu, "The Components and Control Methods for Implementation of Inverter-Controlled Refrigerators/Freezers," *Int. Refrig. Air Cond.*, p. R002.1-8, 2004.
- [3] R. Ossorio and E. Navarro-Peris, "Testing of Variable-Speed Scroll Compressors and their inverters for the evaluation of compact energy consumption models," *Appl. Therm. Eng.*, vol. 230, no. May, 2023, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2023.120725.
- [4] G. Majumdar, M. Fukunaga, and T. Ise, "Trends of intelligent power module," *IEEJ Trans. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 143–153, 2007, doi: 10.1002/tee.20120.
- [5] G. Kim and J. Nam, "GLOBAL JOURNAL OF ENGINEERING SCIENCE AND RESEARCHES," vol. 2, no. October, pp. 113–119, 2015.
- [6] M. Mahbubur Rashid and A. Islam, "Design and implementation of a fuzzy logic based controller for refrigerating systems," *Int. Conf. Comput. Commun. Eng. ICCCE'10*, no. August, 2010, doi: 10.1109/ICCCE.2010.5556848.
- [7] M. A. Hamid *et al.*, "Lesson learned from vocational training center as a school-to-work transition program in Indonesia," *Int. J. Eval. Res. Educ.*, vol. 14, no. 2, pp. 1310–1322, 2025, doi: 10.11591/ijere.v14i2.31142.
- [8] C. M. Kpabep and U. C. Festus, "Development of Module for Practical Skills Delivery in Refrigeration and Air-Conditioning Leak Detection for Vocational and Technical Education Schools," *Int. J. Vocat. Tech. Educ. Res.*, vol. 5, no. 4, pp. 44–55, 2019, [Online]. Available: www.eajournals.org.
- [9] N. Marlena, F. D. Patrikha, and R. Dwijayanti, "Electronic Modules in an Indonesian Higher Education: Conceptualisation, Development and Application," *AL-ISHLAH J. Pendidik.*, vol. 14, no. 3, pp. 3943–3954, 2022, doi: 10.35445/alishlah.v14i3.1473.