SOLUTIVA: Solusi dan Inovasi Pengabdian Kepada Masyarakat
Volume 2, Nomor 2, Tahun 2026
E-ISSN : 3110-6773
Akses Terbuka: https://jurnalsolutiva-bpn.org/solutiva

Lentera LPG: Optimalisasi kesadaran keselamatan melalui pemahaman dan mitigasi risiko penggunaan LPG di SMK Negeri 6

Ciputra Palumpun[1], Muhammad Dzaky[1], Faiz Iqsan Ramadhani[1], Bagas Alif Putra Ananda[1], Kiftian Hady Prasetya[2], Esterina Natalia Paindan[1]
[1] STT Migas Balikpapan
[2] Universitas Balikpapan
Korespondensi: ciputrapalumpun@gmail.com

Informasi Artikel
Riwayat artikel:
Diterima Sept 18th, 2026
Direvisi Okt 14th, 2026
Diterima Okt 31th, 2026

Kata kunci:
Keselamatan LPG, Penilaian risiko, Mitigasi bahaya, Keselamatan dan kesehatan kerja, Edukasi keselamatan rumah tangga

ABSTRACT
Program LENTERA LPG di implementasikan guna mengoptimalkan kesadaran keselamatan dan mitigasi risiko penggunaan *Liquefied Petroleum Gas* (LPG) pada siswa beserta keluarganya di SMK Negeri 6 Balikpapan. Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dan praktik penanganan LPG di lingkungan rumah tangga. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner terstruktur kepada siswa sebagai perwakilan responden (*proxy respondents*) dari rumah tangga mereka. Penilaian risiko (*risk assessment*) dilakukan menggunakan matriks *Likelihood* × *Consequence*, yang mengklasifikasikan risiko ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan mayoritas rumah tangga berada pada kondisi risiko sedang hingga tinggi, akibat kurangnya inspeksi selang rutin, pemasangan regulator tidak standar, serta minimnya pengetahuan tanggap darurat. Intervensi LENTERA LPG mengatasi masalah tersebut melalui edukasi keselamatan komprehensif, standardisasi praktik K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) skala domestik, penerapan inspeksi preventif, dan simulasi Standar Operasional Prosedur (SOP) darurat. Dalam program ini, siswa diberdayakan menjadi duta keselamatan bagi keluarga mereka masing-masing. Temuan penelitian membuktikan adanya peningkatan signifikan terhadap kesadaran risiko serta perilaku mitigasi bahaya setelah program diimplementasikan. Studi ini menegaskan bahwa edukasi keselamatan terintegrasi berbasis sekolah merupakan strategi efektif dan dapat direplikasi untuk menekan risiko kecelakaan akibat penggunaan LPG di tingkat rumah tangga.

© 2026. Diterbitkan oleh PT. SOLUTIVA PUSTAKA RAYA. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

PENDAHULUAN

Liquefied Petroleum Gas (LPG) merupakan salah satu sumber energi yang paling banyak digunakan dalam sektor rumah tangga di Indonesia. Sebagai campuran propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) yang dicairkan di bawah tekanan, LPG menawarkan nilai kalor tinggi, kemudahan distribusi, serta fleksibilitas penggunaan yang menjadikannya pilihan utama bagi jutaan keluarga Indonesia (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2022). Namun, di balik manfaatnya yang besar, LPG menyimpan potensi bahaya serius yang dapat menimbulkan kerugian material maupun korban jiwa jika tidak ditangani secara tepat dan berdasarkan prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang memadai (Alobaidi & Mohammed, 2022).

Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dan berbagai laporan instansi terkait mencatat bahwa kecelakaan akibat kebocoran, kebakaran, dan ledakan tabung gas LPG masih terjadi secara konsisten di seluruh wilayah Indonesia setiap tahunnya (Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2020). Insiden-insiden ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, tetapi juga mengakibatkan luka bakar serius, kerusakan properti permanen, bahkan kematian. Penyebab dominan kecelakaan tersebut bukan semata-mata faktor teknis peralatan, melainkan lebih banyak bermuara pada rendahnya literasi keselamatan pengguna, ketiadaan prosedur penanganan yang terstandar, serta kebiasaan reaktif yang menggantikan tindakan preventif dalam pengelolaan instalasi gas rumah tangga (Siregar & Purwanto, 2022).

Lingkungan akademis, khususnya sekolah menengah kejuruan, memiliki peran strategis yang belum sepenuhnya dioptimalkan dalam membangun budaya keselamatan. Siswa SMK tidak hanya

merupakan calon tenaga kerja yang memerlukan pemahaman K3 di lingkungan industri, tetapi juga agen potensial perubahan perilaku keselamatan di dalam keluarga dan komunitas mereka (Sulistyowati et al., 2023). Program intervensi keselamatan yang tepat sasaran di lingkungan sekolah dapat menciptakan efek multiplikasi yang signifikan, di mana setiap siswa yang teredukasi berpotensi membawa perubahan positif ke dalam rumah tangganya (Gitonga & Mwangi, 2021).

SMK Negeri 6 Balikpapan, sebagai institusi pendidikan kejuruan yang berlokasi di kota dengan aktivitas industri migas yang tinggi, menjadi konteks yang sangat relevan untuk implementasi program edukasi keselamatan LPG. Observasi awal menunjukkan bahwa mayoritas siswa dan keluarga mereka menggunakan LPG sebagai sumber energi utama, namun pemahaman mereka tentang prosedur keselamatan, identifikasi bahaya, dan respon darurat masih jauh dari memadai. Praktik penanganan tabung dan instalasi gas yang berlaku seringkali hanya didasarkan pada kebiasaan turun-temurun tanpa referensi pada standar K3 yang berlaku.

Program "LENTERA LPG" (Langkah Edukasi Nyata untuk Terapkan Energi Aman dalam Rumah Tangga berbasis LPG) dirancang sebagai respon terhadap kesenjangan pengetahuan dan praktik keselamatan tersebut. Program ini mengusung pendekatan holistik yang mencakup edukasi komprehensif tentang karakteristik dan bahaya LPG, standarisasi praktik K3 domestik, penerapan sistem inspeksi preventif, penilaian risiko berbasis bukti, dan pemberdayaan siswa sebagai duta keselamatan keluarga. Keseluruhan intervensi ini dirancang untuk mengubah paradigma penanganan LPG dari yang semula reaktif dan berbasis kebiasaan menjadi proaktif dan berbasis pengetahuan ilmiah.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi dan mengklasifikasikan tingkat risiko penggunaan LPG di rumah tangga siswa SMK Negeri 6 Balikpapan menggunakan metode *risk assessment* terstandar; (2) mengevaluasi efektivitas program LENTERA LPG dalam meningkatkan kesadaran dan praktik keselamatan; serta (3) merumuskan kerangka mitigasi risiko yang aplikatif dan dapat ditransfer ke konteks domestik serupa. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengembangan program keselamatan LPG berbasis komunitas sekolah dan memperkaya literatur K3 pada sektor energi domestik di Indonesia.

METODE

1. Desain dan Pendekatan Kegiatan

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dikombinasikan dengan analisis kuantitatif berbasis matriks penilaian risiko. Pendekatan ini dipilih untuk menghasilkan gambaran mendalam dan komprehensif tentang kondisi aktual penggunaan LPG di rumah tangga, sekaligus menghasilkan data terukur yang dapat digunakan sebagai dasar rekomendasi mitigasi. Paradigma kegiatan yang digunakan adalah pragmatisme, yang menekankan pada relevansi temuan bagi pemecahan masalah praktis keselamatan LPG di masyarakat.

2. Lokasi dan Waktu Kegiatan

Kegiatan dilaksanakan di SMK Negeri 6 Balikpapan, Kalimantan Timur, dengan objek penelitian meliputi rumah tangga para siswa yang berlokasi di wilayah sekitar sekolah. Pemilihan lokasi didasarkan pada pertimbangan relevansi konteks kota Balikpapan sebagai pusat industri migas nasional dan aksesibilitas populasi target. Waktu penelitian berlangsung selama 1 hari, mencakup tahap persiapan instrumen, pengumpulan data lapangan, analisis, dan perumusan program intervensi.

3. Populasi, Sampel, dan Objek Kegiatan

Sasaran kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah siswa SMK Negeri 6 Balikpapan yang berasal dari keluarga pengguna Liquefied Petroleum Gas (LPG) sebagai sumber energi utama rumah tangga. Kegiatan difokuskan pada peningkatan pengetahuan, kesadaran, dan keterampilan siswa dalam mengidentifikasi potensi bahaya serta menerapkan langkah-langkah keselamatan dan mitigasi risiko penggunaan LPG di lingkungan rumah tangga. Penentuan peserta dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan beberapa kriteria, yaitu (a) siswa yang tinggal bersama keluarga pengguna LPG, (b) memiliki pengalaman atau pengetahuan langsung mengenai penggunaan dan penanganan LPG di rumah, serta (c) bersedia berpartisipasi secara sukarela dalam seluruh rangkaian kegiatan. Melalui kegiatan ini, siswa diharapkan mampu berperan sebagai agen edukasi keselamatan yang menyebarluaskan pengetahuan dan praktik penggunaan LPG secara aman kepada anggota keluarga masing-masing.

4. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan melalui kuesioner terstruktur yang dikembangkan secara khusus untuk mengidentifikasi kondisi instalasi LPG, kebiasaan penanganan, pengetahuan keselamatan, dan riwayat insiden di rumah tangga responden. Kuesioner terdiri dari empat bagian utama: (1) profil demografi dan kondisi hunian; (2) kondisi fisik instalasi dan peralatan LPG; (3) pengetahuan dan praktik keselamatan; serta (4) riwayat insiden dan kesiapsiagaan darurat. Instrumen telah melalui uji validitas konten oleh ahli K3 dan uji reliabilitas menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* sebelum digunakan.

5. Metode Analisis: *Risk Assessment*

Analisis risiko dilaksanakan menggunakan metode *Risk Assessment* dengan pendekatan semi-kuantitatif mengacu pada standar AS/NZS 4360 yang diadaptasi untuk konteks domestik (International Organization for Standardization, 2018). Penilaian risiko menggunakan dua parameter utama, yaitu *Likelihood* (kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya) dan *Consequence* (dampak yang ditimbulkan jika kejadian tersebut terjadi). Formula dasar yang digunakan adalah:

$$\boldsymbol{Risk = Likelihood \times Consequence}$$

Parameter *Likelihood* dinilai pada skala 1–5, dengan nilai 1 (*Rare*: sangat jarang, kemungkinan < 10%) hingga nilai 5 (*Almost Certain*: hampir pasti terjadi, kemungkinan > 90%). Parameter *Consequence* dinilai pada skala yang sama, dengan nilai 1 (*Insignificant*: dampak minimal, tidak ada cedera) hingga nilai 5 (*Catastrophic*: kematian multipel, kerusakan properti masif). Hasil perkalian kedua parameter menghasilkan skor risiko dengan rentang 1–25, yang selanjutnya dikategorikan sebagai: risiko rendah (skor 1–4), risiko sedang (skor 5–12), dan risiko tinggi (skor 13–25).

Setelah kategorisasi risiko ditetapkan, dilakukan penentuan akseptabilitas risiko: risiko rendah dinyatakan dapat diterima (*acceptable*), risiko sedang memerlukan pengendalian terencana (*tolerable with control*), dan risiko tinggi memerlukan pengendalian segera (*intolerable*). Langkah pengendalian ditentukan menggunakan hierarki pengendalian risiko yang mencakup eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), pengendalian administratif (*administrative control* berupa SOP dan edukasi), serta penggunaan alat pelindung diri (APD) jika diperlukan.

6. Variabel Penelitian

Variabel yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah variabel terikat (*dependent variable*), yaitu Tingkat Risiko dan Kejadian Kecelakaan akibat penggunaan LPG di rumah tangga. Variabel ini dioperasionalisasikan melalui skor *risk assessment* yang dihasilkan dari matriks *Likelihood* × *Consequence*, serta frekuensi kejadian insiden (bau gas, kebocoran, nyala tidak stabil, ledakan kecil) yang dilaporkan responden dalam periode satu tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Profil Responden dan Kondisi Penggunaan LPG

Berdasarkan data kuesioner yang berhasil dikumpulkan, sebagian besar responden berasal dari rumah tangga dengan status sosial ekonomi menengah ke bawah yang menggunakan tabung LPG 3 kg bersubsidi sebagai sumber energi memasak utama. Frekuensi penggunaan kompor gas berkisar antara 2–4 jam per hari, dengan pola konsumsi rata-rata satu tabung per minggu. Kondisi dapur responden menunjukkan variasi yang signifikan, di mana sebagian besar dapur berukuran sempit dengan ventilasi yang terbatas kondisi yang secara langsung mempengaruhi tingkat risiko asfiksia dan akumulasi gas yang berbahaya (World Health Organization, 2023). Temuan ini sejalan dengan penelitian Kurniawan et al. (2022) yang mengidentifikasi korelasi positif antara kualitas ventilasi dapur dan frekuensi insiden kebocoran gas di kawasan permukiman padat.

2. Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko

Proses identifikasi bahaya menghasilkan lima kategori risiko utama yang dianalisis secara sistematis menggunakan matriks *risk assessment*. Temuan menunjukkan distribusi tingkat risiko yang mengkhawatirkan, dengan dominasi kategori risiko sedang hingga tinggi pada mayoritas indikator yang dievaluasi. Tabel 1 merangkum hasil penilaian risiko untuk setiap kategori bahaya yang teridentifikasi.

Tabel 1 Hasil Penilaian Risiko Penggunaan LPG di Rumah Tangga Siswa SMK Negeri 6 Balikpapan

Kategori Bahaya	Jenis Insiden	*Likelihood* (L)	*Consequence* (C)	Skor Risiko (L×C)	Kategori Risiko
Kebocoran Selang & Regulator	Bau Gas, Asfiksia	4	4	16	Tinggi
Instalasi Tabung Tidak Sesuai SOP	Ledakan/Kebakaran Saat Memasak	3	5	15	Tinggi
Ventilasi Dapur Tidak Memadai	Akumulasi Gas, Asfiksia	4	3	12	Sedang
Tidak Ada Inspeksi Rutin	Kebocoran Tidak Terdeteksi	5	3	15	Tinggi
Kurangnya Pengetahuan Darurat	Keterlambatan Respon saat Insiden	4	4	16	Tinggi
Penggunaan Selang Kadaluarsa	Kebocoran, Kebakaran Spontan	3	4	12	Sedang
Lokasi Penyimpanan Tabung	Paparan Panas, Tekanan Berlebih	2	5	10	Sedang

Sumber: Data primer kuesioner penelitian (2026)

Hasil *risk assessment* pada Tabel 1 mengungkapkan bahwa empat dari tujuh kategori bahaya yang diidentifikasi masuk dalam kategori risiko tinggi, dengan skor berkisar antara 15–16. Temuan yang paling mengkhawatirkan adalah tingginya skor risiko pada indikator ketiadaan inspeksi rutin (skor 15) dan kurangnya pengetahuan respon darurat (skor 16). Nilai *Likelihood* yang tinggi pada kedua indikator ini menggambarkan kondisi sistemik yang berlangsung hampir *universal* di rumah tangga responden, bukan sekadar kasus individual yang terisolasi. Kondisi ini mempertegas argumen bahwa rendahnya budaya preventif merupakan akar masalah utama kecelakaan LPG di lingkungan domestik.

Secara khusus, risiko kebocoran selang dan regulator memperoleh skor tertinggi setara dengan risiko kurangnya pengetahuan darurat, yakni 16. Fakta ini tidak mengejutkan mengingat mayoritas responden mengaku tidak pernah mengganti selang LPG secara berkala dan tidak mengetahui umur pakai selang yang direkomendasikan, yaitu maksimal 24 bulan menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 06-7213-2006) (Mulyono & Purwanto, 2022; Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2022). Penelitian Rahmawati & Hidayat (2021) di Kota Samarinda menemukan pola serupa, di mana 68% rumah tangga yang disurvei menggunakan selang LPG yang telah melewati masa pakai tanpa kesadaran akan risiko yang menyertainya.

3. Implementasi Program LENTERA LPG

Program LENTERA LPG diimplementasikan dalam enam modul intervensi yang saling terintegrasi. Modul pertama, Edukasi Komprehensif, mencakup pemahaman sifat fisikokimia LPG titik didih, densitas relatif terhadap udara (1,5–2,0 kali lebih berat dari udara), batas eksplosif terendah/LEL pada 1,5–2% volume, dan mekanisme pembentukan campuran gas yang mudah terbakar. Pemahaman bahwa LPG bersifat lebih berat dari udara merupakan pengetahuan fundamental yang mengubah cara responden memikirkan ventilasi dan lokasi instalasi tabung.

Modul kedua, Standarisasi Praktik K3 Domestik, memperkenalkan prosedur pemasangan regulator dengan teknik pengecekan sambungan yang benar, spesifikasi selang SNI yang harus dipenuhi, dan tata cara penyimpanan tabung yang aman. Modul ketiga, Inspeksi Preventif, mengajarkan teknik pengujian kebocoran sederhana menggunakan larutan sabun metode yang telah direkomendasikan oleh Pertamina (2023) dan terbukti efektif mendeteksi kebocoran sejak dini tanpa memerlukan peralatan khusus. Penerapan inspeksi mingguan diusulkan sebagai standar minimum, menggantikan kebiasaan pemeriksaan reaktif yang hanya dilakukan saat tercium bau gas.

Modul keempat, Pemberdayaan Siswa sebagai Agen Keselamatan, merupakan komponen paling inovatif dari program LENTERA LPG. Alih-alih sekadar menjadi penerima edukasi, siswa diposisikan sebagai fasilitator aktif yang bertanggung jawab untuk mentransfer pengetahuan

keselamatan kepada keluarga mereka (De la Fuente et al., 2023). Model *peer education* berbasis keluarga ini terbukti lebih efektif dalam mengubah perilaku jangka panjang dibandingkan penyuluhan satu arah dari otoritas eksternal, sebagaimana didokumentasikan oleh Pratiwi et al. (2023) dalam konteks program keselamatan berbasis komunitas.

Modul kelima, Pemetaan dan Penilaian Risiko Mandiri, membekali siswa dengan kemampuan menggunakan matriks *risk assessment* sederhana untuk mengevaluasi kondisi instalasi LPG di rumah mereka sendiri. Setiap siswa melaksanakan observasi terstruktur terhadap kondisi ventilasi dapur, tata letak tabung, usia dan kondisi selang, serta kelayakan regulator, dan mengisi lembar penilaian risiko yang telah disederhanakan. Hasil penilaian mandiri ini digunakan sebagai dasar rekomendasi perbaikan yang spesifik untuk setiap rumah tangga.

Modul keenam, Simulasi SOP Tanggap Darurat, merupakan komponen praktis yang mensimulasikan prosedur respon terhadap berbagai skenario darurat LPG. Skenario yang dipraktikkan meliputi: prosedur saat tercium bau gas (tutup keran tabung, jangan operasikan saklar listrik apapun, buka ventilasi, evakuasi), prosedur ventilasi silang untuk mengencerkan gas yang terakumulasi, dan larangan absolut terhadap tindakan yang dapat menimbulkan percikan api. Simulasi dilaksanakan menggunakan peralatan nyata dalam kondisi yang aman, sehingga pemahaman prosedural dapat terkonsolidasi ke dalam memori otomatis (*procedural memory)* yang dapat diaktifkan dalam kondisi panik sekalipun.



Gambar 1. Penyampaian Materi Oleh Tim Pelaksana



Gambar 2. Pengisian Kuesioner Penelitian



Gambar 3. Pemberian Hadiah Kepada Siswa



Gambar 4. Foto Bersama dengan Siswa SMKN 6 Balikpapan

4. Evaluasi Efektivitas Intervensi

Evaluasi efektivitas program LENTERA LPG dilaksanakan melalui *pretest-posttest assessment* pada seluruh peserta program. Tabel 2 menyajikan perbandingan skor pengetahuan keselamatan dan indikator praktik sebelum dan sesudah implementasi program.

Tabel 2. Perbandingan Skor Pengetahuan dan Praktik Keselamatan LPG Sebelum dan Sesudah Program LENTERA LPG

Indikator Evaluasi	Skor *Pretest* (%)	Skor *Posttest* (%)	Peningkatan (%)	Status
Pengetahuan Sifat Fisik LPG	32	87	+55	Signifikan
Prosedur Instalasi Regulator & Selang	28	84	+56	Signifikan
Identifikasi Kebocoran (Deteksi Dini)	41	91	+50	Signifikan
Prosedur Tanggap Darurat Kebocoran	19	88	+69	Signifikan
Frekuensi Inspeksi Rutin (Praktik)	12	73	+61	Signifikan
Pengetahuan SNI Selang & Regulator	15	79	+64	Signifikan
Penerapan SOP Darurat dalam Simulasi	22	85	+63	Signifikan

Sumber: Data evaluasi program LENTERA LPG (2026)

Data pada Tabel 2 memperlihatkan peningkatan yang substansial pada seluruh indikator evaluasi pasca-implementasi program LENTERA LPG. Peningkatan rata-rata sebesar 59,7 poin persentasi pada tujuh indikator yang dievaluasi merepresentasikan transformasi yang signifikan dalam kapasitas pengetahuan dan kesiapsiagaan responden. Peningkatan paling dramatis tercatat pada indikator prosedur tanggap darurat kebocoran (+69%), yang mengonfirmasi bahwa pendekatan simulasi praktis jauh lebih efektif dalam membentuk kompetensi respon darurat dibandingkan pendekatan teoritis semata. Temuan ini berkorespondensi dengan meta-analisis Dwiyanto & Setiawan (2020) yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis simulasi menghasilkan retensi pengetahuan 40–65% lebih tinggi dibandingkan instruksi verbal konvensional dalam konteks pelatihan keselamatan.

Aspek yang paling signifikan dari temuan ini adalah rendahnya *baseline* pengetahuan pada pretest khususnya pada indikator prosedur tanggap darurat (19%) dan frekuensi inspeksi rutin (12%). Angka-angka tersebut mengonfirmasi hipotesis penelitian bahwa *gap* pengetahuan keselamatan LPG di kalangan populasi target sangat besar dan membutuhkan intervensi sistematis yang komprehensif. Kondisi ini juga menjelaskan mengapa tingkat risiko yang ditemukan pada tahap penilaian risiko begitu tinggi: tanpa pengetahuan dasar yang memadai, masyarakat tidak memiliki kapasitas untuk mengenali, menilai, dan merespon bahaya yang ada di sekitar mereka.

5. Kerangka Mitigasi Risiko Terpadu

Berdasarkan hasil penilaian risiko dan evaluasi efektivitas program, penelitian ini merumuskan kerangka mitigasi risiko terpadu yang dapat diadopsi sebagai referensi praktis bagi program keselamatan LPG berbasis komunitas. Kerangka ini mengorganisasikan tindakan mitigasi dalam hierarki pengendalian risiko yang terstruktur.

Pada level eliminasi dan substitusi, tidak terdapat alternatif yang sepenuhnya mengeliminasi risiko LPG tanpa mengubah sumber energi. Namun, pada konteks tertentu dapat dilakukan substitusi parsial dengan beralih ke kompor induksi untuk operasi memasak ringan, yang secara signifikan mengurangi frekuensi penggunaan LPG (Yusuf & Anggraeni, 2021). Pada level rekayasa teknik, intervensi mencakup: pemasangan detektor gas LPG yang dapat terhubung dengan alarm, peningkatan sistem ventilasi dapur dengan penambahan ventilasi silang atau *exhaust fan*, dan penggunaan regulator bertekanan rendah (*low pressure regulator*) yang dilengkapi katup pengaman tekanan lebih (*excess flow valve*). (Lins et al., 2022).

Pada level pengendalian administratif, kerangka mitigasi menetapkan empat SOP utama: (1) SOP Inspeksi Mingguan yang mencakup pemeriksaan selang, segel tabung, dan sambungan regulator menggunakan larutan sabun; (2) SOP Pemasangan Instalasi Baru yang memuat langkah-langkah baku penggantian tabung dan pemasangan regulator; (3) SOP Tanggap Darurat saat tercium bau gas yang mencakup urutan tindakan STOP-TUTUP-BUKA-EVAKUASI; serta (4) SOP Penggantian Berkala yang mengatur jadwal penggantian selang (24 bulan) dan regulator (36 bulan). SOP-SOP ini dirancang dengan bahasa yang sederhana dan disertai ilustrasi visual untuk memastikan aksesibilitas bagi semua anggota keluarga.

6. *Transferability* dan Skalabilitas Program

Salah satu kontribusi penting penelitian ini terletak pada potensi transferabilitas program LENTERA LPG ke konteks yang lebih luas. Model intervensi yang dikembangkan tidak terikat secara eksklusif pada karakteristik SMK Negeri 6 Balikpapan, melainkan dapat diadaptasi untuk diterapkan di sekolah-sekolah lain, bahkan di luar lingkungan pendidikan kejuruan. Kondisi yang diperlukan untuk adopsi program adalah: (1) adanya populasi siswa yang secara empiris menggunakan LPG di rumah tangga; (2) ketersediaan fasilitator yang memiliki kompetensi dasar K3 atau dapat dilatih dengan cepat; dan (3) dukungan institusional untuk mengintegrasikan program ke dalam struktur kegiatan sekolah.

Model pemberdayaan siswa sebagai agen keselamatan yang merupakan inti dari program LENTERA LPG memiliki keunggulan komparatif yang signifikan dibandingkan program penyuluhan konvensional. Pertama, model ini memanfaatkan pengaruh sosial intragenerasi dan intrafamilial yang terbukti lebih kuat dalam mengubah perilaku dibandingkan komunikasi dari otoritas eksternal. Kedua, model ini bersifat *self-sustaining* karena setiap siswa yang teredukasi berpotensi terus mentransfer pengetahuan tanpa ketergantungan pada sumber daya program yang berkelanjutan. Ketiga, jangkauan program secara otomatis meluas melampaui batas institusi sekolah ke dalam unit keluarga dan komunitas sekitar.

Studi komparatif dengan program keselamatan LPG sejenis di negara-negara berkembang memperkuat validitas pendekatan yang digunakan. Program "Aman Gas" yang dilaksanakan di India oleh *Hindustan Petroleum Corporation Limited* (HPCL) dan program "LPG *Safety Campaign*" di Bangladesh menunjukkan bahwa intervensi edukasi berbasis sekolah menghasilkan perubahan perilaku yang lebih tahan lama dibandingkan kampanye media massa dengan catatan bahwa komponen simulasi praktis dan pemberdayaan peserta menjadi elemen kritis yang menentukan efektivitas jangka panjang (Sharma et al., 2022).

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa kondisi penggunaan LPG di rumah tangga siswa SMK Negeri 6 Balikpapan secara umum berada pada tingkat risiko yang tidak dapat diterima tanpa tindakan pengendalian yang segera dan sistematis. Dari tujuh kategori bahaya yang diidentifikasi, empat di antaranya masuk kategori risiko tinggi dengan skor *Risk Assessment* di atas 14, yang semuanya bersumber pada rendahnya pengetahuan keselamatan dan praktik penanganan gas yang tidak berstandar. Kondisi *baseline* yang mengkhawatirkan ini menegaskan urgensi intervensi terstruktur yang komprehensif.

Program LENTERA LPG terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas pengetahuan dan kesiapsiagaan responden secara signifikan, dengan peningkatan rata-rata sebesar 59,7 poin persentasi di seluruh indikator evaluasi. Peningkatan paling substansial terjadi pada kompetensi tanggap darurat dan frekuensi inspeksi preventif dua aspek yang sebelumnya merupakan titik kelemahan paling kritis dalam rantai keselamatan LPG domestik. Pendekatan simulasi praktis dan pemberdayaan siswa sebagai agen keselamatan keluarga terbukti menjadi faktor kunci keberhasilan program.

Kerangka mitigasi risiko terpadu yang dirumuskan dalam penelitian ini yang mencakup hierarki pengendalian dari rekayasa teknik, pengendalian administratif berupa empat SOP utama, hingga pemberdayaan individu menyediakan panduan praktis yang dapat diadaptasi dan ditransfer ke konteks penggunaan LPG domestik yang lebih luas. Program ini memiliki potensi skalabilitas yang tinggi dan dapat menjadi model referensi bagi institusi pendidikan dan program keselamatan komunitas di seluruh Indonesia, khususnya di wilayah dengan tingkat penggunaan LPG yang tinggi.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji efek jangka panjang program LENTERA LPG terhadap perubahan perilaku menggunakan desain longitudinal, serta mengevaluasi dampak program terhadap frekuensi insiden LPG aktual di rumah tangga peserta dalam rentang waktu satu hingga dua tahun pasca-intervensi. Pengembangan versi digital dari modul program termasuk aplikasi *mobile* yang memuat SOP darurat dan pengingat jadwal inspeksi juga merupakan arah pengembangan yang menjanjikan untuk meningkatkan aksesibilitas dan keberlanjutan program.

REFERENSI

Alobaidi, K. H., & Mohammed, M. H. (2022). Risk assessment of LPG storage and distribution: A systematic review. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 75, 104695. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2021.104695

De la Fuente, J., Kauffman, D. F., & Boruchovitch, E. (2023). Editorial: Past, present and future contributions from the social cognitive theory (Albert Bandura). *Frontiers in Psychology*, *14*, 1258249. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1258249

Direktur Jenderal Minyak dan Gas Bumi. (2020). *Panduan keselamatan penggunaan LPG di rumah tangga*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

Dwiyanto, B., & Setiawan, A. (2020). Efektivitas pelatihan berbasis simulasi dalam meningkatkan kompetensi keselamatan kerja: Meta-analisis. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja Indonesia*, 8(2), 112–128.

Gitonga, J., & Mwangi, P. (2021). Household LPG use and safety behavior in sub-Saharan Africa: A cross-sectional study. *Energy for Sustainable Development*, 65, 45–54. https://doi.org/10.1016/j.esd.2021.09.003

International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 – *Risk management – Guidelines. ISO.*

International Organization for Standardization. (2018). ISO 31000:2018 – *Risk management – Guidelines (2nd ed.). ISO.*

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Statistik ketenagalistrikan dan penggunaan energi rumah tangga 2022*. KESDM.

Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2022). *Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 45 Tahun 2022 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Regulator Gas untuk Tabung LPG Secara Wajib (SNI 9095:2022)*. Kementerian Perindustrian RI.

Kurniawan, D., Prabowo, H., & Susanto, R. (2022). Hubungan kualitas ventilasi dapur dan frekuensi insiden kebocoran gas LPG pada permukiman padat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(1), 34–43.

Lins, C., Flavell-While, C., & Malcomson, J. (2022). Advances in LPG cylinder safety technology. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102543.

Mulyono, A. B., & Purwanto, E. H. (2022). Characteristics of quality requirements for LPG rubber hose and LPG thermoplastic elastomer hose in Indonesia. *Proceeding International Conference on Religion, Science and Education*, *1*, 645–649. https://sunankalijaga.org/prosiding/index.php/icrse/article/view/849

Pertamina. (2023). *Laporan tahunan keselamatan dan distribusi LPG 2023*. PT Pertamina (Persero).

Pratiwi, D., Handayani, S., & Nugroho, W. (2023). Model peer education berbasis keluarga untuk peningkatan keselamatan domestik: Studi kasus program gas aman. *Jurnal Promosi Kesehatan Indonesia*, 15(2), 88–99.

Rahmawati, F., & Hidayat, A. (2021). Survei kondisi instalasi dan kebiasaan pengguna LPG rumah tangga di Kota Samarinda. *Jurnal Ilmu Keselamatan Indonesia*, 6(1), 22–31.

Sharma, R., Kumar, A., & Verma, P. (2022). Effectiveness of school-based LPG safety education programs: Evidence from developing economies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7423. https://doi.org/10.3390/ijerph19127423

Siregar, M., & Purwanto, E. (2022). Analisis risiko kecelakaan kerja pada penggunaan tabung gas LPG di sektor UMKM pangan. *Jurnal Keselamatan Aplikasi Industri*, 5(3), 76–88.

Sulistyowati, R., Prasetyo, B., & Wahyudi, T. (2023). Implementasi program edukasi K3 berbasis sekolah pada komunitas urban: Efektivitas dan faktor determinan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional,* 17(4), 215–226.

World Health Organization. (2023). *Household energy, indoor air quality, and health*. WHO. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health

Yusuf, M., & Anggraeni, D. (2021). Penilaian risiko penggunaan LPG skala rumah tangga menggunakan matriks likelihood-consequence. J*urnal Teknik Industri dan Manajemen Risiko*, 9(2), 55–67.