Experts

Putra Heights: Tragedi 2 Syawal 1446 Hijrah

Mon, 04/07/2025 - 08:49

Semasa rakyat Malaysia sedang bergembira dengan sambutan sempena hari kedua di bulan Syawal, kita digemparkan dengan kejadian letupan saluran paip gas hak milik Petronas Gas Sdn. Bhd. Berdasarkan rakaman video papan pemuka kenderaan yang melalui kawasan, kejadian letupan yang berlaku adalah sekitar menyatakan pukul 8.08 pagi pada 1 April 2025 dan dilaporkan bahawan pihak berkuasa mula menerima laporan pada pukul 8.10 pagi.

Pelbagai pihak telah memuat naik dan berkongsi gambar serta video tapak kejadian atau *'Ground Zero'.* Sehingga penulisan ini ditulis, mangsa yang cedera dilaporkan oleh media massa melebihi 140 orang dengan hampir 200 buah rumah terlibat dengan kerosakan. Takziah diucapkan kepada semua mangsa yang terkesan dengan kejadian ini dan mendoakan agar semua urusan mangsa dipermudahkan. Bagi memahami kejadian, kita soroti perkara asas berkaitan letupan.

Letupan boleh diklasifikasikan sebagai letupan akibat tindakan fizikal, tindakbalas nuklear dan bahan kimia. Letupan fizikal secara asasnya terjadi apabila tenaga yang terhasil tidak melibatkan pembakaran bahan kimia seperti kejadian kegagalan tangki mesin mampatan udara atau campuran bahan cecair pada suhu yang terlalu panas dan terlelu sejuk. Letupan nuklear pula terjadi apabila berlaku proses pelepasan tenaga akibat daripada proses penguraian atom nuklir yang berat atau pelakuran atom nuklei yang ringan. Letupan hasil bahan kimia pula melibat sebarang jenis bahan kimia sama ada dalam bentuk pepejal, cacair atau gas. Letupan akibat tindak balas kimia secara umumnya akan melibatkan pembakaran yang memerlukan bahan boleh terbakar, oksigen dan punca pembakaran seperti mana kita menyalakan pemetik api bagi membakar arang untuk menyediakan kambing bakar.

Kejadian malang yang berlaku di Putra Heights pada 1 April 2025 boleh dikategorikan dalam letupan bahan kimia, menurut pandangan penulis. Letupan bahan kimia boleh dikelaskan sebagai *'Deflagration'* atau *'Detonation'* dalam istilah Kejuruteraan. Menurut carian definisi oleh penulis, 'deflagration' boleh dinisbahkan sebagai ledakan dan 'detonation' pula sebagai letupan. Kedua-duanya adalah tindak balas kimia yang melibatkan perubahan bahan kimia daripada satu sifat kepada satu sifat yang lain atau daripada satu keadaan lain kepada keadaan yang lain dan pelepasan tenaga yang ganas. Namun, kedua-duanya dibezakan dengan cara asas proses pembakaran yang berlaku.

Ledakan berlaku apabila bahan kimia berinteraksi dengan udara yang mempunyai oksigen dan sumber nyalaan atau pembakaran. Apabila proses ini lengkap dan berlaku dalam kuantiti yang banyak, reaksi kimia akan semakin berkembang dan menghasilkan suhu yang tinggi yang menyebabkan udara yang juga dalam bentuk gas berkembang serta menghasilkan tekanan udara yang bergerak dan menolak udara disekeliling kerana perbezaan tekanan udara. Oleh kerana ledakan melalui proses pembakaran pada kelajuan subsonik, tekanan akibat proses tersebut mencapai tahap maksimum dalam kadar yang agak perlahan berbanding proses letupan (*detonation*) dan gelombang kejutan yang terhasil juga bergerak pada halaju subsonik.

Letupan pula berlaku apabila bahan bakar atau bahan kimia yang mudah terbakar atau yang mempunyai unsur oksigen tersendiri dicucuh dan berlaku pembakaran serta pelepasan tenaga yang tinggi secara serta-merta. Proses pembakaran yang berlaku serta-merta ini menghasilkan haba dan tekanan tinggi dalam masa masa yang singkat dan seterusnya menghasilkan gelombang kejutan dan menolak isi padu udara untuk menghasil gelombang kejutan (atau *'shock wave*') yang bergerak pada kelajuan melebihi supersonik.

Perbezaan dari segi tekanan gelombang kejutan di antara ledakan dan letupan.

(sumber: ven der Woerd et al., 2022)

Jika diperhatikan, apabila berlaku letupan besar, kita akan merasai gelombang kejutan letupan tersebut terlebih dahulu sebelum mendengar bunyi letupan tersebut kerana gelombang kejutan ini boleh bergerak lebih laju berbanding kelajuan bunyi. Dari segi perbezaan tekanan atau kekuatan gelombang kejutan ini, pembaca boleh merujuk graf yang membandingkan perubahan tekanan oleh proses ledakan dan letupan yang mana dalam istilah kejuruteraan graf ini dipanggil 'pressure-time history' yang diperoleh daripada kertas kajian *ven der Woerd* dan rakan-rakan pada tahun 2022. Kita dapat lihat dengan jelas tekanan akibat gelombang kejutan hasil letupan ini naik dengan mendadak mencapai tahap maksimum sebelum berkurangan juga secara mendadak dalam bentuk eksponen. Manakala, tekanan akibat proses ledakan akan menaik secara beransur untuk mencapai tahap maksimum sebelum menurun secara beransur-ansur.

Gelombang kejutan hasil letupan ini juga turut menghasilkan tekanan dan menyebabkan kerosakan kepada struktur bangunan atau apa jua yang berada dalam laluan gelombang tersebut. Tekanan akibat gelombang kejutan ini adalah paling tinggi pada titik asal letupan dan semakin lemah atau berkurangan apabila ia bergerak semakin jauh. Jika kita perhatikan pada gambar-gambar kerosakan bangunan kediaman yang berhampiran, dapat lihat perbezaan kerosakan yang dialami. Rumah yang terdekat mengalami kerosakan yang teruk dengan struktur bumbung yang tidak lagi kelihatan manakala bangunan yang lebih jauh, struktur bumbung rumah mereka masih boleh kelihatan dengan hanya mungkin beberapa keping atap yang tercabung kerana gelombang letupan tersebut.

Kerosakan teruk pada rangka kenderaan yang berhampiran dengan pusat letupan akibat haba yang tinggi. (Sumber: Facebook Mingguan Wanita).

Dalam kes di Putra Height, penulis berpendapat ada kemungkinan ia adalah gabungan kedua-dua proses, di mana apabila berlaku kebocoran, gas telah mengalir keluar serta berinteraksi dengan udara dalam tanah serta udara. Percampuran ini sudah pasti memerlukan pencetus nyalaan. Apa yang mencetuskan nyalaan bagi proses pembakaran ini, ia memerlukan penyiasatan terperinci kerana tiada sebarang bukti bergambar atau video yang menunjukkan saat sebenar proses ledakan ini, jika betul berlaku. Ledakan awal yang berlaku mungkin berlaku di dalam tanah. Ini mungkin menghasilkan kesan sampingan yang dikenali sebagai pengurungan ('confiment'). Kesan pengurungan ini boleh menyebabkan tekanan akibat proses ledakan di awal kejadian terperangkap di dalam tanah. Pada masa yang sama, paip gas ini masih beroperasi sewaktu kejadian dan beroperasi pada tekanan operasi bekalan gas yang telah ditetapkan. Hal ini mungkin telah menyumbang kepada peningkatan tekanan di dalam tanah selain daripada punca haba. Haba yang terhasil akibat proses ledakan telah menyebabkan udara mengembang dengan hadar yang lebih

cepat kerana terdapat video cerapan suhu menggunakan alat infrared yang menunjukkan suhu di kawasan terbakar mencapai suhu sehingga 1000 darjah celcius. Suhu ketika ledakan mungkin lebih tinggi dan dapat dilihat menerusi kesan kerosakan ke atas kenderaan yang terkesan berdekatan dengan pusat letupan. Kenderaan yang berdekatan bukan sahaja hangus terbakar tapi boleh dilihat keluli-keluli rangka kereta tersebut ada yang bengkok, meleding dan berkerenyok serta ada yang hampir cair. Secara amnya, keluli akan mula mencair pada suhu sekitar 1400 darjah celcius dan ke atas. Faktor-faktor ini mungkin telah menyebabkan proses ledakan telah berubah kepada letupan.



Pembentukan api/gelombang kejutan yang berbentuk seperti cendawan melalui rakaman kamera papan pemuka kenderaan orang awam. (Sumber: Facebook)

Terdapat kemungkinan juga proses letupan sahaja yang berlaku di mana gas yang bocor telah menyerap keluar bercampur dengan oksigen dalam udara di atas permukaan tanah. Gas yang terkumpul di atas permukaan tanah berkemungkinan telah mencapai tahap yang kritikal dan tanpa sebarang bukti yang jelas menunjukkan punca atau sumber nyalaan telah melalui proses pembakaran yang serta-merta dan menyebabkan letupan. Antara bukti yang boleh menyokong berlakunya proses letupan adalah pembentukan api yang menjulang tinggi berbentuk seperti cendawan dan kawah yang terbentuk di kawasan titik tengah berlakunya letupan.

Pembentukan kawah di kawasan kejadian selepas berlakunya letupan.

Berdasarkan laporan terkini daripada pihak berkuasa, kawah yang terbentuk adalah sedalam lebih kurang sepuluh meter dengan saiz sekitar 21 x 24 meter. Pembentukan kawah itu sendiri boleh memberi gambaran bahawa letupan yang terhasil adalah apa yang dikenali sebagai letupan permukaan. Letupan permukaan berlaku apabila pusat letupan berada hampir dengan apa-apa permukaan yang keras atau separa keras, dalam kes ini adalah permukaan tanah. Semakin hampir pusat letupan dengan permukaan semakin besar kawah yang boleh terhasil. Letupan yang

berhampiran dengan permukaan tanah sebenarnya boleh meningkatkan lagi tekanan gelombang letupan tersebut kerana gelombang yang terhasil dipantulkan semula oleh permukaan tanah seterusnya bercantum dan menguatkan lagi gelombang kejutan yang dengan gelombang yang sedia ada. Pembentukan api atau gelombang berbentuk seperti cendawan dan penghasilan kawah adalah antara sifat tipikal bagi sesuatu letupan. Pembaca boleh merujuk kepada rakaman kamera hadapan kenderaan pengguna jalan raya yang merakamkan detik awal letupan berlaku. Boleh dilihat dengan jelas api menjulang tinggi dan berbentuk cendawan serta gambar kawah di tempat kejadian yang dikongsikan di media sosial seperti Facebook.

Bagi mengenal pasti punca sebenar yang menyebabkan berlakukanya ledakan atau letupan atau kedua-duanya, siasatan menyeluruh diperlukan dengan siasatan forensik perlu dilaksanakan untuk mengenal pasti dan menentu dan mengesahkan punca kebocaran pada paip gas tersebut. Bentuk atau jenis kegagalan pada struktur paip gas boleh dikenal pasti dan boleh digunakan bagi menentu dan mengesahkan sama ada berlaku ledakan sahaja atau letupan sahaja atau kedua-duanya. Penentuan punca dan jenis kegagalan pada paip gas tersebut akan menentukan bukan sahaja langkah-langkah pembaikan di kawasan terjejas, malah ia juga boleh mempengaruhi tindakan seterusnya boleh pemilik saluran gas tersebut. Oleh yang demikian, kita perlu memberi ruang dan kepercayaan kepada pihak berkuasa dan yang bertanggungjawab untuk melaksanakan siasatan mengikut prosedur yang telah ditetapkan.

Selain itu juga, siasatan di sekitar kawasan kejadian juga boleh dilaksanakan dengan merekodkan sebarang kerosakan seperti keadaan pokok yang tumbang dan kesan sebaran gas panas berdasarkan lokasi kenderaan yang mencair. Maklumat-maklumat seperi ini amat berguna bagi memahami apa yang berlaku dan menggunakan pengetahuan ini pada masa akan datang. Selain itu, dengan maklumat ini juga, pihak pemilik boleh menentukan dan mengambil langkah awalan serta pencegahan di keseluruhan fasiliti pengagihan gas milik mereka. Ini adalah penting bagi memastikan keselamatan orang ramai yang berada berhampiran dengan saluran paip gas dan fasiliti gas kekal selamat dan seterusnya memastikan bekalan gas kepada pengguna tidak terjejas seperti yang berlaku pada ketika ini apabila pemilik terpaksa menutup bekalan kepada beberapa stesen minyak yang berdekatan dengan tempat kejadian. Orang ramai juga perlu memainkan peranan yang penting dengan tidak melakukan pencerobohan ke atas rizab tanah yang mempunyai rangkaian paip gas selain melaporkan segera kepada pihak berkuasa sekiranya berlaku. Diharapkan pelbagai pihak dapat memainkan peranan masing-masing untuk mencegah situasi malang seperti ini daripada berlaku lagi.



Dr. Aizat Alias

Penulisan ini hanya membincangkan dan menerangkan mekanisma letupan yang mungkin berlaku pada hari kejadian. Penulis tidak membincangkan atau menyebut sebarang aktiviti yang mungkin menjadi punca kebocaran gas tersebut.

Penulisan ini adalah pandangan dan analisis peribadi penulis sendiri berdasarkan maklumat, gambar-gambar dan video-video yang dikongsikan oleh pelbagai pihak termasuk pihak berkuasa sahaja. Tiada sebarang cerapan atau kutipan data ditapak yang dikendalikan oleh penulis.

Penulis adalah Pensyarah Kanan di Fakulti Teknologi Kejuruteraan Awam (FTKA), Universiti Malaysia Pahang Al-Sultan Abdullah (UMPSA).

E-mel: aizat@umpsa.edu.my

- 249 views

View PDF