

Pendahuluan:

Bahan-bahan latihan ini mendukung piawai kecekapan EuroFire Tahap 2 **EF2 Penggunaan pelbagai Teknik dan Strategi untuk Pengawalan Kebakaran Vegetasi**.

Dokumen ini merupakan pengenalan untuk mereka yang terlibat dalam pengawalan kebakaran vegetasi sehingga dapat memahami perilaku kebakaran, teknik dan strategi yang dapat digunakan untuk mengawal kebakaran liar atau pembakaran terkawal.

Bahan latihan ini berguna ketika situasi: Pelaksanaan pengawalan kebakaran yang mudah, dimana tahap risiko, tahap kesukaran dan perilaku api yang rendah serta petugas berada dibawah seliaan langsung.

Semua undang-undang di peringkat nasional mahupun tempatan yang berkaitan dengan teknik pengawalan kebakaran perlu diikuti. Sebagai tambahan, pemilik tanah perlu terlebih dahulu dimaklumkan dan menyetujui sebelum operasi ini dilakukan.

Pelatihan unit ini dapat dilaksanakan melalui kombinasi latihan secara formal, mentor dan bimbingan terus. Pembelajaran sendiri harus dihadkan pada pengetahuan dan pemahaman modul sahaja dan bukannya pada praktikal, kerana perlu dilakukan di bawah seliaan.

Waktu yang diperlukan untuk mempelajari modul ini adalah 40-50 jam.

EuroFire adalah projek perintis. Modul latihan akan dinilai sebagai sebahagian daripada proses yang sedang berjalan. Borang maklum balas boleh didapati di [website www.euro-fire.eu](http://www.euro-fire.eu).

Sasaran peserta untuk modul ini adalah mereka yang bekerja di perkhidmatan kebakaran, pertanian, perhutanan, pengurusan permainan, pemuliharaan, pengurusan tanah dan rekreasi yang memiliki peranan dalam membantu menguruskan kebakaran vegetasi, sama ada pekerja tetap ataupun pekerja sambilan.

Hubungan dengan piawaian kecekapan EuroFire dan pengurusan risiko

Rujukan terhadap piawaian kecekapan EuroFire perlu dibuat untuk memahami keseluruhan hasil pembelajaran yang diharapkan. Antara bahagian piawaian tersebut adalah: judul unit, judul elemen, perihal unit ini, kata kunci dan istilah, yang dapat anda lakukan, liputan terhadap elemen, dan apa yang perlu anda tahu dan faham.

Modul dukungan untuk setiap piawaian kecekapan EuroFire ini disusun bagi membantu pendekatan yang fleksibel ketika latihan dijalankan. Modul ini boleh diadaptasi atau diubah suai agar sesuai dengan peserta-peserta yang tertentu. Modul pembelajaran untuk unit ini perlu digunakan bersama-sama dengan bahan sokongan daripada unit lain, agar menepati tujuan pembelajaran.

Ada beberapa Arahan Keselamatan Kesatuan Eropah yang telah digubal sebagai spesifikasi kepada undang-undang Kesihatan dan Keselamatan di setiap negara di Kesatuan Eropah (EU). Undang-undang ini dirangka demi meningkatkan keselamatan dan kesihatan di tempat kerja serta mengurangkan risiko kemalangan dan penyakit. Semua peraturan keselamatan, polisi pengurusan risiko dan prosedur, untuk lokasi, lembaga atau organisasi anda perlu diikuti secara menyeluruh.

Pelajaran pelengkap (Prasyarat):

EF2 - Penggunaan teknik dan taktik pengawalan kebakaran vegetasi.

Pelajaran berikutnya:

EF3 - Berkomunikasi dalam pasukan dan penyelia dalam kebakaran vegetasi (akan dikembangkan)

EF4 - Menggunakan alatan tangan untuk mengendalikan kebakaran vegetasi

EF5 - Mengawal kebakaran vegetasi dengan menggunakan pam air (akan dikembangkan)

EF6 - Penerapan Teknik Pembakaran vegetasi

Tujuan pelajaran:

Setelah tamat proses pembelajaran ini Anda akan boleh:

1. Memahami perilaku kebakaran liar
2. Menerapkan teknik pemadaman bagi mengawal kebakaran vegetasi

Kata kunci dan frasa:

Ruang lingkup, Jalur Kawalan, Pemadaman secara Langsung, Sisi, Jejari, Perilaku Kebakaran, Bahaya Kebakaran, Cuaca Kebakaran, Perimeter Api, Risiko Kebakaran, Bahan api, Keamatan Kebakaran, Markas Sokongan Kebakaran, Jenis Kebakaran, Panjang Api, Pemadaman Sisi Api, Kebakaran Bawah Permukaan, Kepala, Ekor, Pemadaman Tidak Langsung, Punca Kebakaran, Kelajuan Rebakan, Bara Api, Titik Panas, Kebakaran Permukaan, Topografi, Kebakaran Liar.

I. Pemahaman Perilaku Kebakaran

Kebakaran Liar

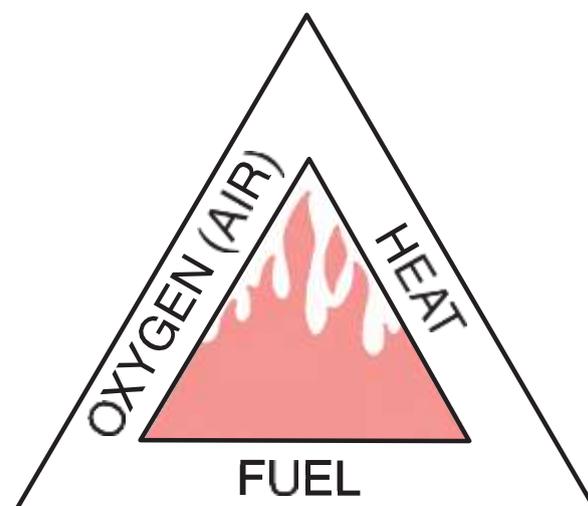
Kebakaran liar adalah sebuah kebakaran tidak terkawal yang muncul di kawasan desa dan bandar yang membakar tumbuh-tumbuhan, tanah pertanian serta bangunan. Kebakaran ini termasuk kebakaran gambut, rumput, semak (belukar) dan hutan.

Sebelum melakukan aktiviti pemadaman kebakaran liar, adalah sangat penting untuk terlebih dahulu memahami proses fizikal asas yang menyebabkan terjadinya kebakaran dan faktor alam semulajadi yang mempengaruhi perilaku kebakaran.

Segitiga Api

Segitiga Api menggambarkan tiga elemen yang perlu ada agar kebakaran boleh terjadi. Jika salah satu daripada elemen ini dihilangkan, kebakaran boleh dipadamkan.

- Oksigen adalah sebuah komponen udara yang perlu ada agar bahan api dapat menyala, dan sentiasa ada dalam lingkungan kebakaran liar. Udara, dalam bentuk angin, memainkan peranan yang amat penting dalam pembentukan perilaku kebakaran liar.
- Haba adalah tenaga yang diperlukan untuk membuat bahan mudah terbakar menghasilkan wap yang bercampur dengan oksigen di udara sehingga mencetuskan kebakaran. Bahan api dapat dipanaskan dengan pelbagai cara hingga mencapai titik penyalaan.
- Bahan api adalah segala jenis bahan yang boleh terbakar atau tumbuh-tumbuhan yang telah tersedia untuk dibakar. Jenis, jumlah, susunan, pengedaran, dan kandungan lembapan bahan api akan mempengaruhi perilaku kebakaran.

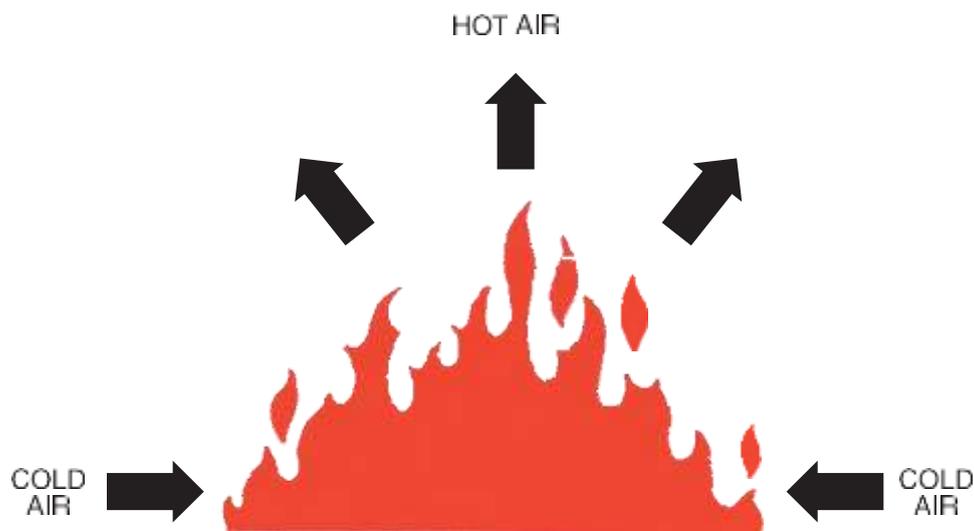


Ilustrasi 1.1 Segitiga Api

Perpindahan Haba

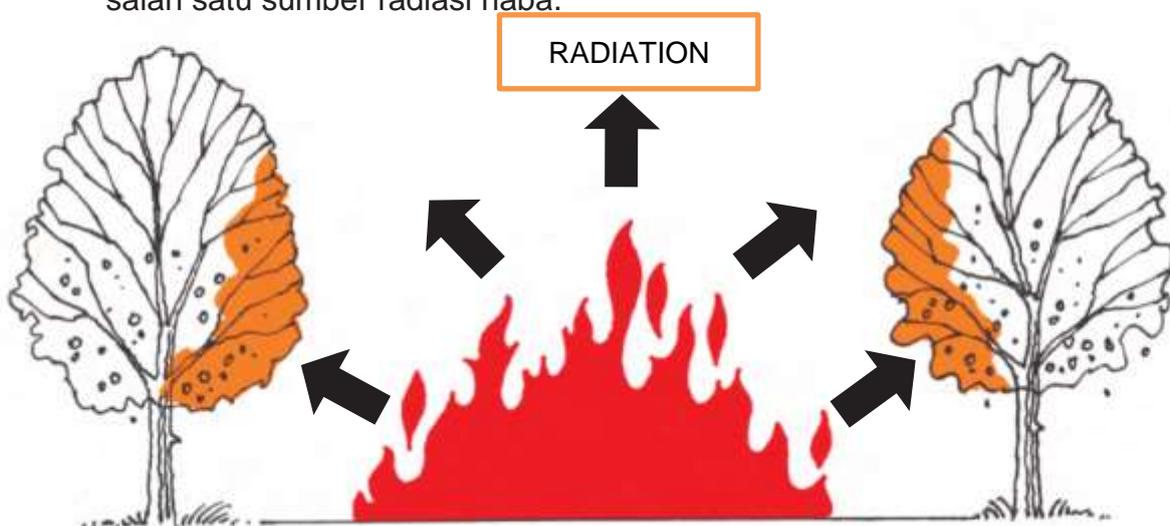
Haba dapat berpindah ke bahan api lain melalui proses perolakan (*convection*), radiasi (*radiation*) dan pengaliran (*conduction*).

- **Perolakan** (*convection*) adalah perpindahan haba melalui udara. Dalam tema kebakaran liar, perolakan adalah udara panas yang secara bersamaan meningkat dan bergerak sejajar dengan udara di hadapan api. Perolakan adalah bentuk perpindahan haba yang paling penting untuk difahami oleh para petugas pemadam kebakaran liar kerana gas yang sangat panas menyalakan bahan api di hadapan api dapat menyebabkan kebakaran liar menjadi semakin besar dengan cepat.



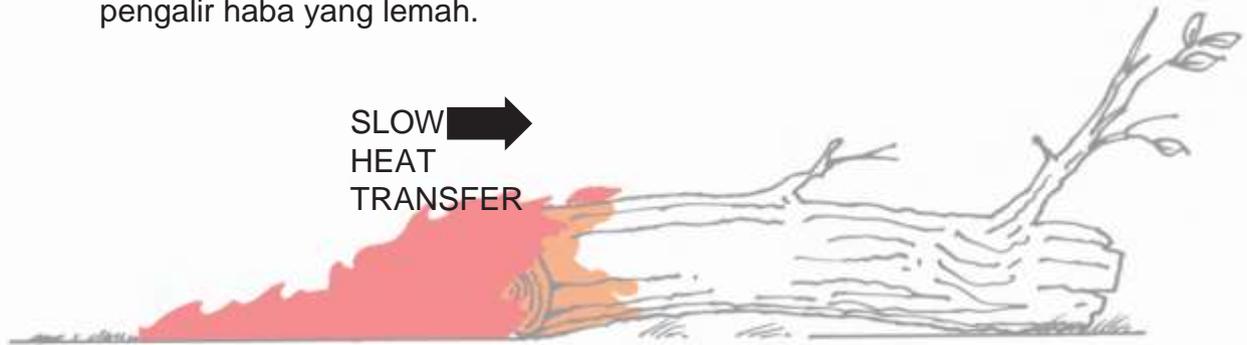
Ilustrasi 1.2 Perolakan

- **Radiasi** (*radiation*) adalah haba yang berpindah dari satu sumber ke pelbagai arah dalam bentuk gelombang atau sinar. Bahan api yang terbakar akan menyinari haba ke pelbagai arah dan menimbulkan proses pemanasan awal terhadap bahan api yang belum terbakar. Matahari juga merupakan salah satu sumber radiasi haba.



Ilustrasi 1.3. Radiasi

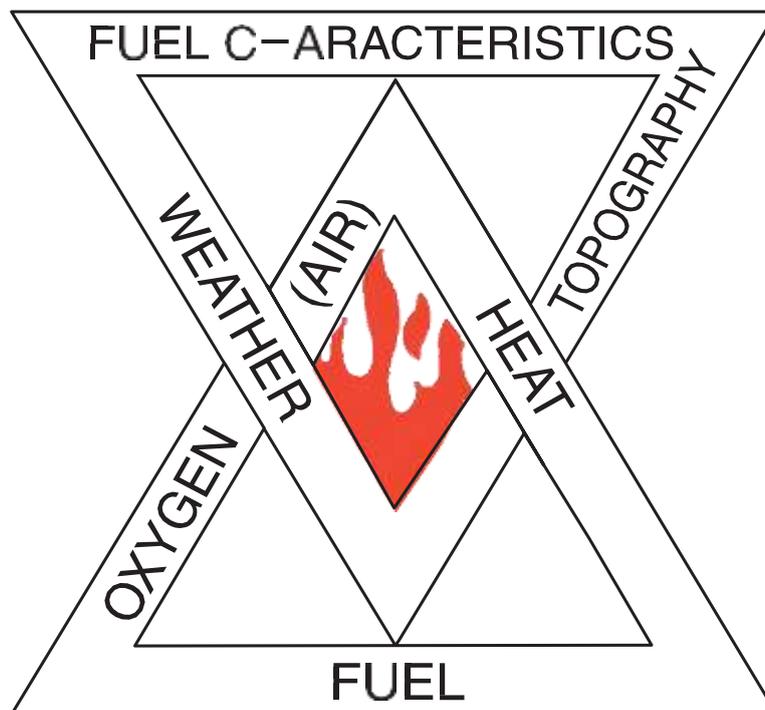
- **Pengaliran** (*conduction*) adalah perpindahan haba melalui objek daripada bahagian yang bersuhu lebih tinggi ke bahagian yang bersuhu lebih rendah. Haba dipindahkan melalui sentuhan langsung dari satu objek ke objek yang lain. Bentuk permukaan objek yang menerima akan mempengaruhi kadar perpindahan haba. Pengaliran memainkan peranan yang kecil dalam kebakaran liar, kerana kayu, seperti tumbuh-tumbuhan yang lain, adalah pengalir haba yang lemah.



Ilustrasi 1.4 Pengaliran

Persekitaran Kebakaran

Persekitaran kebakaran adalah semua keadaan sekitar yang menentukan perilaku kebakaran. Kadar rebakan dan keamatan kebakaran ditentukan oleh faktor persekitaran ini. Persekitaran kebakaran terdiri dari tiga komponen besar, iaitu: bahan api, cuaca dan topografi.



Ilustrasi 1.5 Persekitaran kebakaran

1. Bahan api

Bahan api adalah salah satu faktor paling penting untuk diperhatikan ketika sedang menganalisis lingkungan kebakaran. Bahan api akan secara langsung mempengaruhi perilaku kebakaran berdasarkan:

- Kelas
- Jenis
- Saiz dan Jumlah
- Susunan
- Kandungan Lembapan

Kelas Bahan Api

- Bahan api tanah** adalah bahan organik di bawah sampah permukaan, seperti akar, gambut, atau bahan organik lain yang tertimbus. Perilaku kebakaran pada kelas ini sangat terbatas untuk membara atau mempunyai keamatan terbakar yang sangat rendah, tetapi dapat bertahan sehari-hari, minggu, atau bahkan bulan.
- Bahan api permukaan** adalah tumbuh-tumbuhan bahan api yang berada di antara bahan api tanah dan silara. Contoh dari bahan api ini termasuk kayu mati, ranting-ranting, semak, rumput, bulu, pohon-pohon muda, dll. Bahan api permukaan akan selalu memainkan peranan yang besar dalam menentukan keamatan dan kadar rebakan kebakaran.
- Bahan api silara (*crown fuels*) (di udara)** adalah bahan api pendukung yang tidak bersentuhan langsung dengan tanah. Kelas ini termasuk bahan api tangga dan bahagian paling atas hutan atau kanopi. Keamatan kebakaran liar yang sangat ekstrim diperlukan untuk mencapai dan menyebarkan ke bahan api silara.



Gambar 1.6 Kelas bahan

Saiz dan jumlah

Terdapat dua kategori bahan api:

- i. Bahan api ringan adalah bahan api kecil seperti ranting, rumput, atau dedaunan. Bahan api ini sangat cepat kering dan menyala. Biasanya bahan ini adalah penyebab utama pada keamatan dan kadar rebakan kebakaran.
- ii. Bahan api berat atau kasar adalah batang kayu atau ranting-ranting dengan diameter besar. Bahan api ini biasanya terbakar lama setelah terkena hadapan api.

Jumlah bahan api yang siap tersedia untuk terbakar akan mempengaruhi keamatan dan kadar rebakan kebakaran. Jumlah yang besar dalam bahan api ringan akan menghasilkan perilaku kebakaran yang agresif, manakala bahan api berat akan menghasilkan keamatan kebakaran rendah yang bertahan setelah terkena hadapan api.

Susunan

Susunan bahan api terbahagi secara mendatar (*horizontal*) dan menegak (*vertical*).

- i. Bayangkan sebuah hutan dengan pelbagai jenis dan jumlah pohon dan sisa kayu dan jauh berdekatan antara satu sama lain ini adalah **susunan secara mendatar**. Bahan api yang berselerakan akan terbakar pada keamatan yang rendah, sementara bahan api yang berkumpul pula akan terbakar dengan keamatan yang tinggi.
- ii. **Susunan secara menegak** merujuk kepada kuantiti dan pengedaran bahan api dari tingkat bahan api jenis tanah ke tingkat bahan api jenis silara.

Kandungan Lembapan Bahan Api

Jumlah kandungan lembapan yang tersimpan dalam suatu tumbuh-tumbuhan akan mempengaruhi betapa mudahannya bahan api itu untuk terbakar dan keamatan pembakarannya. Faktor persekitaran yang mempengaruhi kandungan lembapan bahan api adalah kelembapan, curahan hujan, suhu udara serta, teduhan, aspek, lereng, ketinggian, dll. yang berdarjah rendah.

Bahan api dengan kandungan lembapan yang tinggi, akibat daripada kekerapan hujan, kelembapan tinggi, atau jarak yang dekat dengan sumber air, akan memerlukan proses pemanasan yang lebih lama sebelum ianya terbakar. Bahan api dengan kandungan lembapan rendah akan terbakar dengan pemanasan yang lebih pendek, menghasilkan keamatan yang cukup tinggi, dan dengan kadar rebakan yang laju.

Jadual 1.1 Kandungan Lembapan Bahan Api

KANDUNGAN LEMBAPAN BAHAN API	
Bahan api	Kandungan kelembapan
Bahan api ringan	Kandungan kelembapan lebih cepat hilang (mengwap) dan mudah mengering, sehingga menjadi lebih mudah untuk terbakar
Bahan api berat/ kasar	Kandungan kelembapan tidak mudah hilang (mengwap), memerlukan waktu yang cukup lama dan tenaga haba yang cukup tinggi untuk terbakar dibandingkan bahan api yang ringan
Bahan api dengan kandungan lembapan tinggi	Memerlukan waktu yang lama dalam proses pemanasan serta suhu yang tinggi dari tenaga haba
Bahan api dengan kandungan kelembapan rendah	Pengeringan bahan api adalah cepat dan menjadikan bahan api mudah terbakar, terbakar dengan cepat dan dengan keamatan yang tinggi

2. Cuaca

Cuaca adalah komponen yang paling bervariasi dalam persekitaran kebakaran, berubah dengan cepat selama kebakaran liar berlaku. Cuaca adalah suatu yang sangat tidak dapat diduga dan pengaruhnya terhadap perilaku kebakaran tidak boleh dipandang remeh. Faktor-faktor dari cuaca adalah:

- Kelembapan Relatif
- Suhu Udara
- Air
- Curahan hujan
- Variasi Siang/Malam

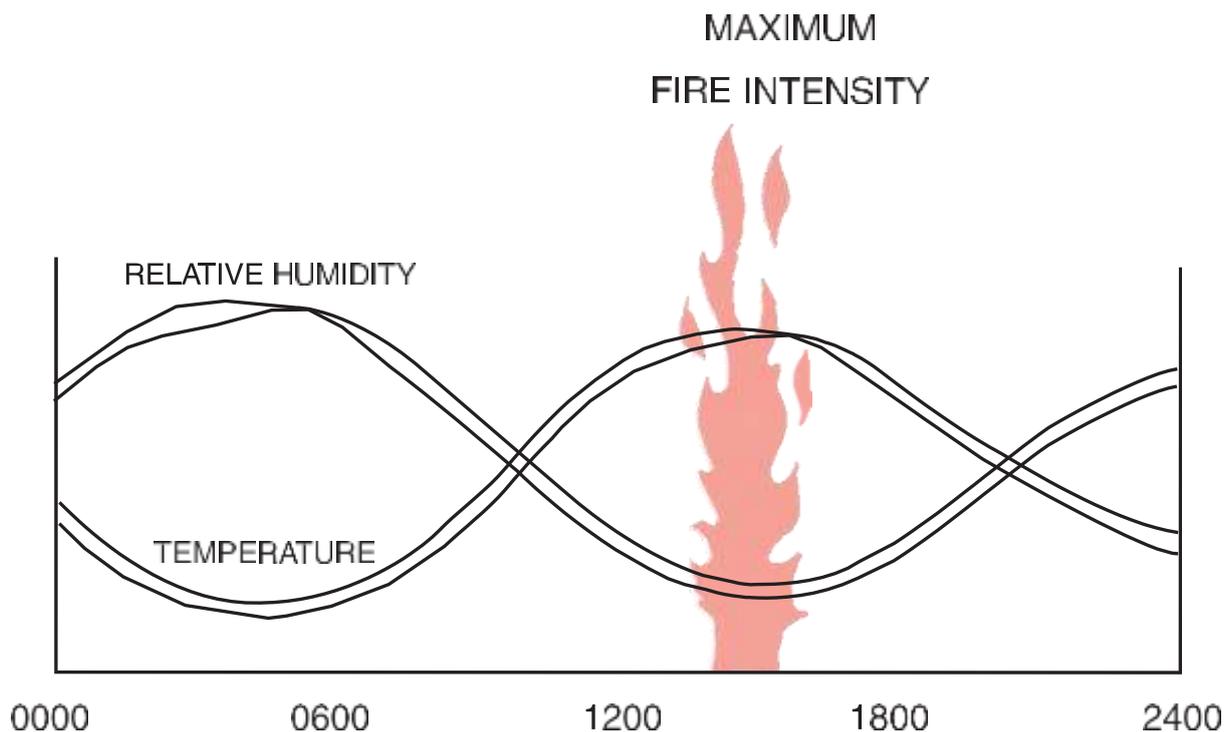
Kelembapan Relatif

Kelembapan relatif (RH) adalah ukuran kandungan kelembapan di udara. Beberapa andaian dapat dibuat dengan mempertimbangkan kesan RH terhadap perilaku kebakaran:

- i. RH secara langsung mempengaruhi kandungan lembapan bahan api pada bahan api *ringan* dan *mati*, dimana bahan api *hidup* tidak terlalu dipengaruhi oleh perubahan RH
- ii. Jika kadar RH *tinggi*, bahan api ringan dan mati diduga memiliki kandungan lembapan bahan api yang lebih *tinggi* dan tidak mudah untuk terbakar. Sebaliknya, jika kadar RH *rendah*, bahan api ringan dan mati dianggap memiliki kandungan lembapan yang lebih *rendah* dan mudah untuk terbakar.
- iii. Dalam ramalan cuaca, pada kadar RH *rendah* dapat diperkirakan bahawa

perilaku api akan *lebih agresif*, sementara jika kadar RH *tinggi* perilaku kebakaran umumnya diperkirakan bahwa perilaku api *kurang agresif*.

- iv. Kadar RH akan selalu meningkat dan menurun berpandukan pola yang diketahui (Lihat Ilustrasi 1.7 dibawah). Kadar RH akan mencapai tahap tertinggi pada waktu pagi dan malam serta tahap terendah pada waktu tengahari.
- v. Secara umum, api akan terbakar pada keamatan tinggi pada waktu tengahari ketika RH berada di titik terendah dan suhu udara adalah tinggi.
- vi. Hubungan antara kelembapan relatif dengan suhu udara boleh dilihat di ilustrasi di bawah.



Ilustrasi 1.7 Kadar Kelembapan Relatif/ Keamatan Kebakaran

Suhu udara

Suhu udara secara langsung mempengaruhi kelembapan relatif dan kandungan lembapan bahan api. Peningkatan pada suhu udara akan mempengaruhi dua faktor iaitu:

- i. Kelembapan relatif akan menurun, mengakibatkan perilaku api turut meningkat
- ii. Kelembapan bahan api akan menurun, sehingga bahan api menjadi kering dan lebih cepat untuk menyala

Oleh itu dapat kita simpulkan bahawa suhu udara yang lebih tinggi akan menyebabkan bahan api menjadi lebih panas, kering dan lebih mudah dinyalakan.

Angin

Angin memiliki dampak terbesar pada perilaku kebakaran di antara semua faktor cuaca. Angin secara langsung mempengaruhi kadar oksigen dan arah kebakaran. Angin yang kencang akan mengakibatkan kebakaran yang agresif dan bergerak dengan cepat. Angin mempengaruhi perilaku api dengan keadaan berikut:

- i. Angin membekalkan lebih banyak oksigen ke dalam api yang menyebabkan api membakar dengan keamatan yang lebih besar
- ii. Angin sangat mempengaruhi arah api
- iii. Angin akan meratakan (atau melengkungkan) api pada bahan api yang ada di depannya dan meningkatkan kelajuan pembakaran, dimana bahan api yang kering akan menyala serta meningkatkan keamatan kebakaran bahan api tersebut.
- iv. Angin akan membawa bara api yang masih menyala dan abu ke lokasi di lain dan dapat menimbulkan kebakaran baru, hal ini disebut disebut "titik api"

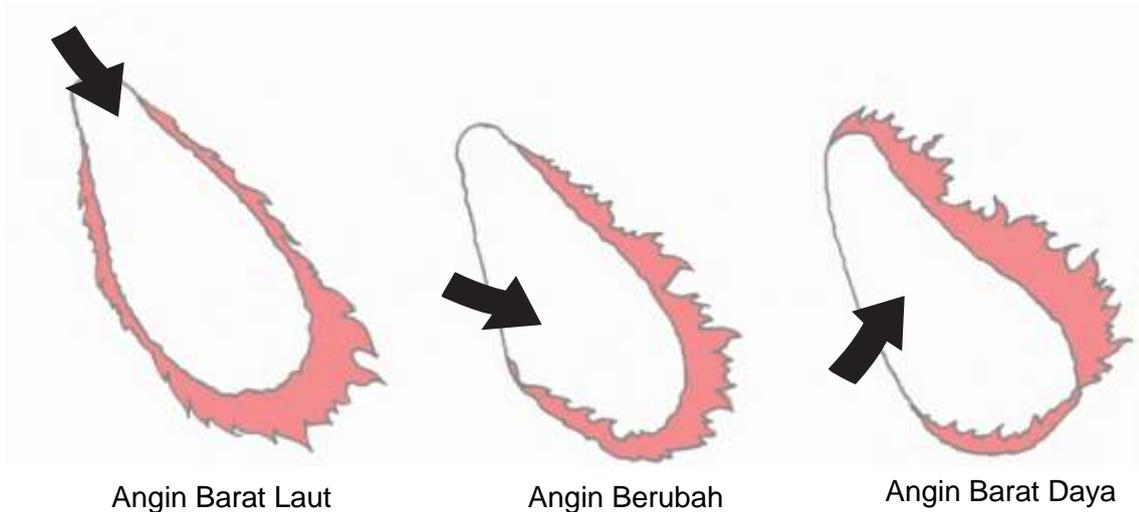


Ilustrasi 1.8 Kesan angin pada kebakaran

Ada beberapa faktor lain yang harus diperhatikan dan kaitannya dengan kebakaran:

- i. Arah angin merujuk kepada asal arah datangnya angin (contoh angin selatan adalah angin yang berasal dari selatan dan bergerak menuju arah utara).
- ii. Bentuk muka bumi (topografi) boleh mempengaruhi arah dan kelajuan angin. Sebagai contoh, angin dapat bertiup melalui bukit atau ngarai dengan perbezaan arah dan kelajuan yang lebih cepat.

- iii. Arah angin dan kelajuannya adalah sangat bervariasi dan boleh berubah pada setiap waktu. Perubahan ini boleh terjadi kerana berlalunya pola cuaca seperti ribut/ taufan atau dipengaruhi oleh bentuk angin tempatan.
- iv. Variasi angin sangatlah penting untuk diperhatikan dalam pemadam kebakaran kerana ianya dengan cepat boleh mengubah arah dan keamatan kebakaran. Hal ini sangatlah penting untuk diperhatikan ketika bekerja di lokasi kebakaran, terutama kepada pasukan yang bekerja di sisi atau kepala api. Seperti yang boleh kita lihat dari kesan pertukaran angin yang ditunjukkan di Ilustrasi 1.9



Ilustrasi 1.9 Perubahan angin ketika kebakaran

- v. Kebakaran liar memiliki angin yang berbeza. Ketika udara panas naik melalui perolakan, angin sejuk akan masuk ke dalam kebakaran dari pelbagai arah. Aliran angin ini akan meningkatkan keagresifan perilaku kebakaran.

Curahan hujan

Curahan hujan akan menurunkan pengaruh kepada kebakaran liar, meskipun kadar curahan hujan yang mempengaruhi perilaku api adalah sangat bergantung kepada jumlah dan tempoh curahan hujan yang terjadi:

- i. Pada waktu stabil, curahan hujan yang terus menerus dalam tempoh yang lama, menjadikan bahan api menyerap lebih banyak air dan tidak mudah terbakar.
- ii. Hujan lebat dalam tempoh yang pendek tidak akan terlalu mempengaruhi kandungan lembapan bahan api, menjadikannya mudah terbakar.

Variasi Siang & Malam

Perilaku kebakaran pada waktu malam sangat berbeza berbanding waktu siang. Aktiviti kebakaran seringkali rendah (tetapi tidak selalu) pada waktu malam dan merupakan peluang yang baik bagi mengawal kebakaran.

3. Topografi

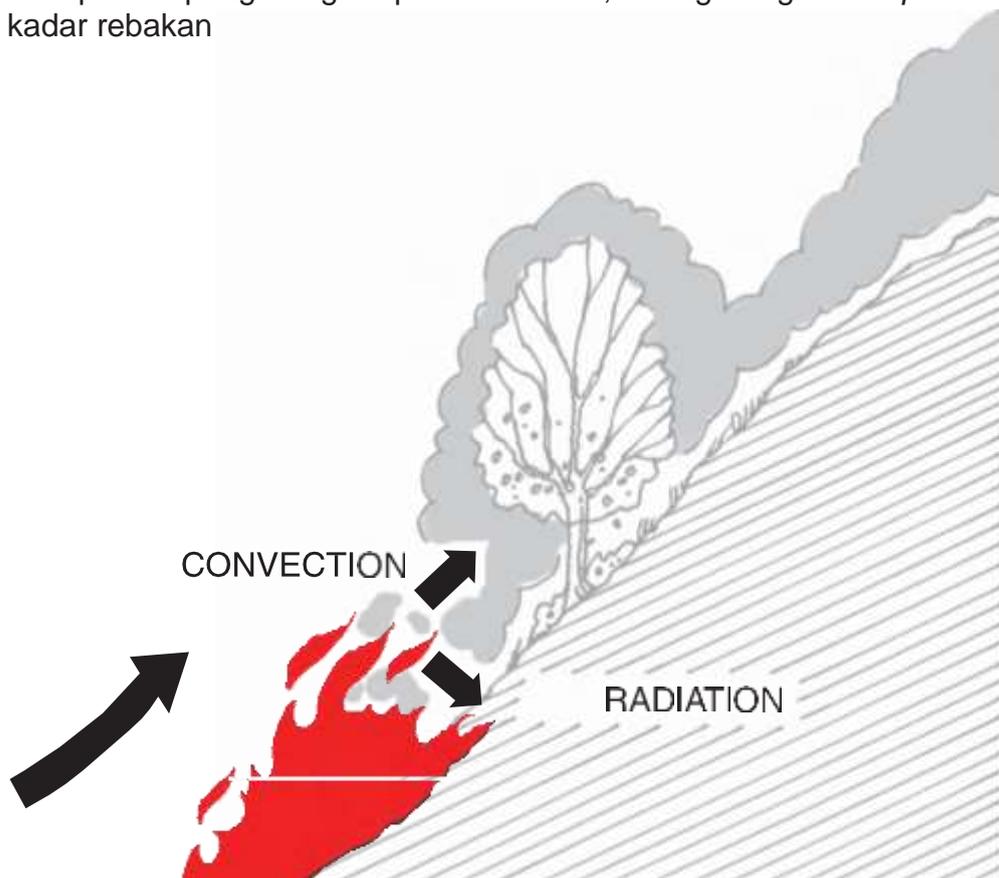
Bentuk dan aspek bentuk muka bumi sangat signifikan terhadap kejadian kebakaran liar. Hal ini memainkan peranan yang besar dalam menentukan arah kebakaran dan kadar rebakan. Faktor cuaca seperti angin boleh berubah bergantung kepada bentuk landskap. Ciri-ciri topografi yang mendukung perilaku kebakaran adalah:

- Cerun
- Aspek
- Bentuk muka bumi

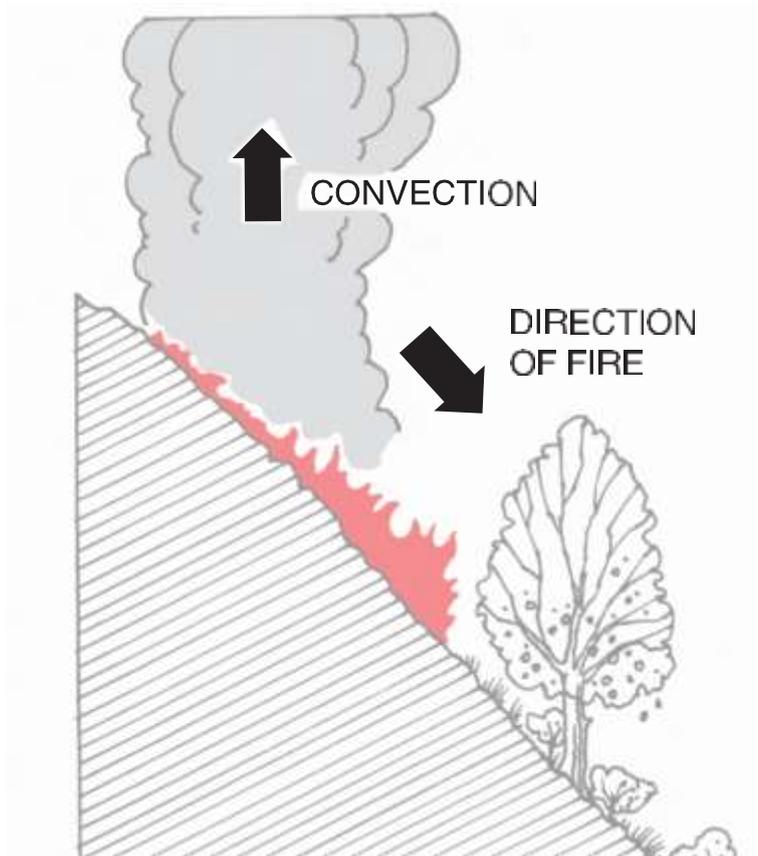
Cerun

Api yang merebak mendaki cerun (*upslope*) akan menghasilkan lebih banyak perolakan dan radiasi haba ketika memanaskan bahan api yang ada di depannya, dengan rebakan yang lebih cepat berbanding di tanah datar. Semakin curam sesebuah cerun, semakin bertambah kadar kelajuan rebakan. Manakala sebaliknya akan terjadi iaitu sekiranya api menjalar menuruni cerun. Terdapat beberapa syarat umum yang dapat mempengaruhi kesan cerun pada perilaku kebakaran

- Setiap 10° peningkatan pada cerunan, meningkatkan *dua kali ganda* kadar rebakan.
- Setiap 10° pengurangan pada cerunan, mengurangkan *separuh* daripada kadar rebakan



Ilustrasi 1.10 Kesan rebakan mendaki cerun pada perilaku kebakaran



Ilustrasi 1.11 Kesan rebakan menjalari cerun pada perilaku kebakaran

Aspek

Aspek cerun adalah arah yang menghadap utara, timur, selatan, atau barat. Aspek mempengaruhi perilaku kebakaran liar melalui dua arah:

- Pengaruh proses pemanasan
- Pengaruh tumbuh-tumbuhan

i. Pengaruh pemanasan

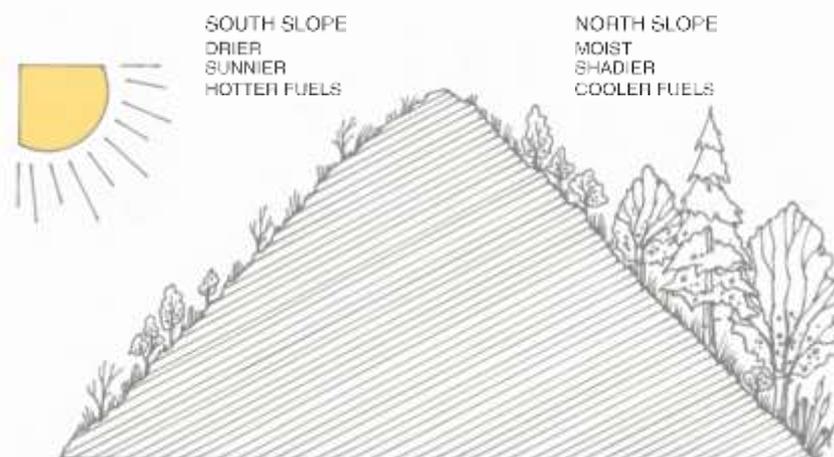
- Perilaku kebakaran akan mempengaruhi dalam jangka pendek (sepanjang hari) sesuai dengan cerun tanah yang terbakar. Cerun yang menghadap selatan akan lebih banyak menerima sinaran matahari ketika siang hari dimana akan meningkatkan proses pemanasan. Sebaliknya, cerun yang menghadap utara akan menerima lebih sedikit sinaran matahari ketika siang hari dan bahan api akan lebih dingin. Kesannya, perilaku kebakaran akan lebih agresif pada cerun yang menghadap selatan berbanding yang menghadap utara. Kondisi yang menghadap timur dan barat juga adalah pelbagai, tetapi hanya di antara tahap yang menghadap selatan dan utara yang terbakar.

ii. Pengaruh tumbuh-tumbuhan

Jenis dan jumlah tumbuh-tumbuhan adalah ditentukan mengikut aspek. Di hemisfera Utara Bumi:

- Cerun yang menghadap selatan biasanya adalah lebih terang/ cerah serta kering dengan ditumbuhi tumbuh-tumbuhan yang kecil dan renek.
- Cerun yang menghadap utara adalah lebih teduh serta lembap dengan ditumbuhi tumbuh-tumbuhan yang besar dan lebat.
- Keadaan di sebelah timur dan barat pula adalah di antara keadaan di sebelah selatan dan utara. Cerun ini sangat dipengaruhi oleh kedudukan geografi dan keadaan cuaca tempatan, berbeza antara satu lokasi dengan yang lain.

Perilaku kebakaran akan dipengaruhi dari aspek kerana keragaman sinaran matahari, tumbuh-tumbuhan (jenis dan saiz), serta kandungan kelembapan dari satu aspek ke yang lainnya.



Ilustrasi 1.12 Kesan aspek pada perilaku kebakaran (hemisfera utara)

Bentuk Muka Bumi

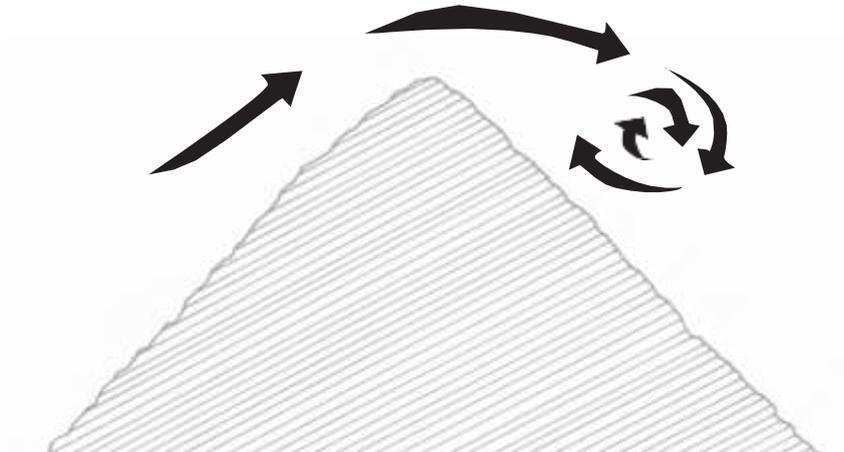
Bentuk muka bumi adalah bentuk fizikal suatu permukaan tanah. Bentuk muka bumi akan mempengaruhi perilaku kebakaran. Lembah, rabung, ngarai, gunung atau tanah datar memberi pengaruh yang berbeza kepada arah, kecepatan, dan keamatan kebakaran liar.

i. Angin & Bentuk muka bumi

Bentuk muka bumi mempengaruhi arah dan kecepatan. Seperti air, aliran angin melewati yang rendah dan jalan yang paling mudah, mengikuti kontur tanah. Beberapa contoh yang berhubungan:

- Di gunung dan bukit, angin akan melewati bukit, tanpa tergantung arah angin pada umumnya

- Angin tempatan dapat muncul kerana bentuk muka bumi. Angin yang mendaki cerun terjadi pada siang hari dan menuruni cerun pada malam hari.
- Sisi rabung (*leeside*) (cth: sisi yang tidak menghadap arah angin) dapat menyebabkan angin yang bergolak bertiup pada arah yang berlawanan.



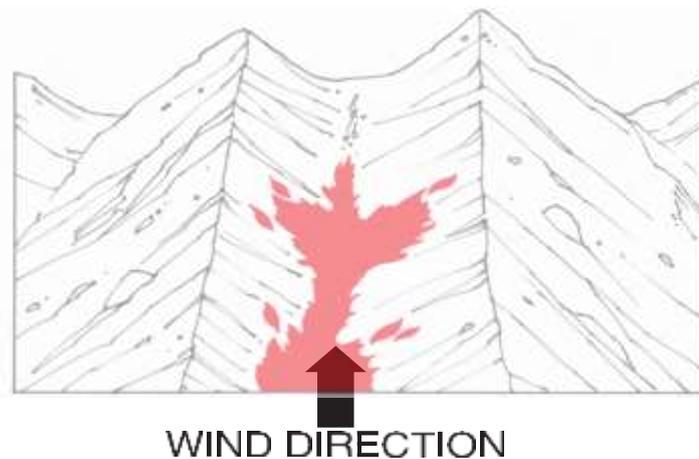
Ilustrasi 1.13 Pergolakan Sisi Rabung (*Lee slope*)

ii. Rabung (*ridges*)

Kebakaran yang berada di puncak bukit akan meningkatkan kecepatan, keamatan dan perilaku yang tidak teratur.

iii. Ngarai, Saluran, & Pelana

Saluran, pelana dan ngarai yang sempit akan menyalurkan api ke ruang yang sempit serta membawanya dengan cepat. Dalam situasi ini, bentuk muka bumi dipenuhi api dan angin sehingga kesannya maksimum kerana ada faktor ini, dalam perilaku kebakaran yang muncul. Biasanya juga dikenali dengan istilah kesan “serombong asap”. Kebakaran yang dipengaruhi oleh kesan “serombong asap” ini akan menghasilkan perilaku kebakaran yang ekstrim.



Ilustrasi 1.14 Pengaruh serombong asap

Pembentukan Kebakaran Liar

Penting bagi kita untuk mengenali ciri-ciri jenis-jenis kebakaran liar yang berbeza-beza, dan bagaimana kita dapat menjelaskan bahagian-bahagian kebakaran liar tersebut. Sangat penting pula untuk memahami cara pembentukan kebakaran liar dimulai dari munculnya titik penyalaan api dan kekuatan-kekuatan apa yang dapat mendorong terjadinya kebakaran.

1. Jenis-jenis kebakaran

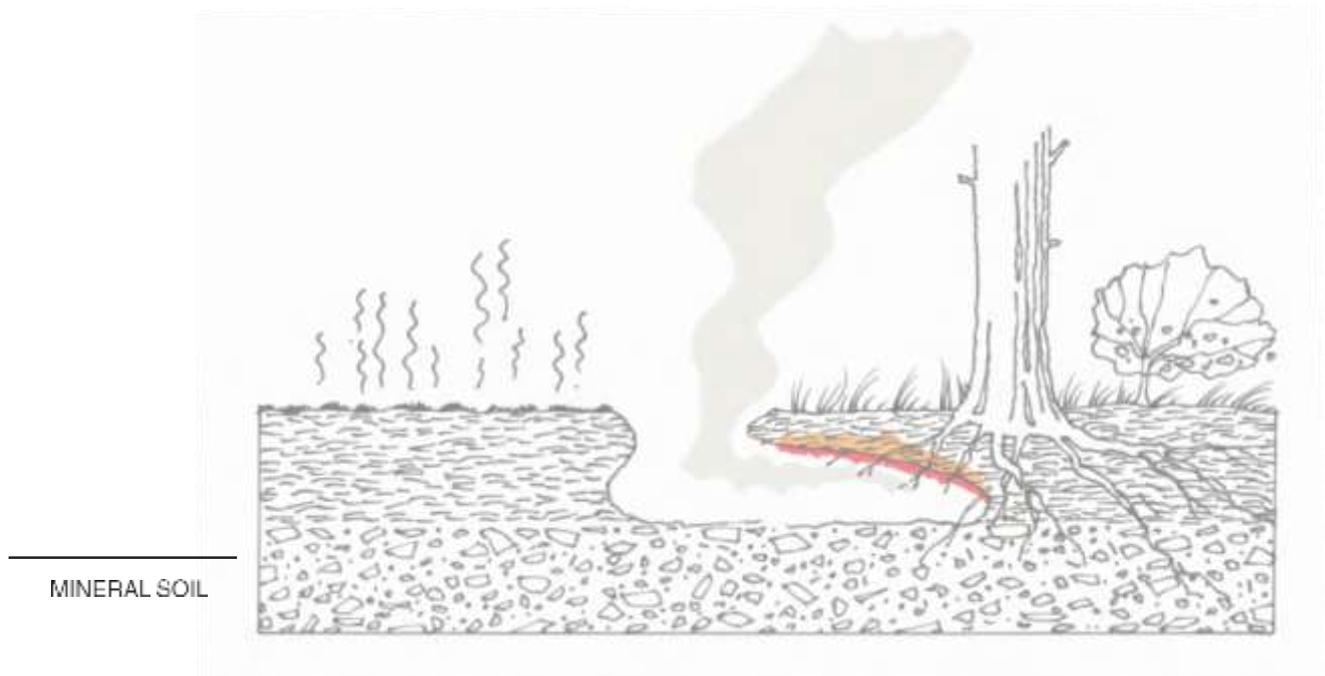
Secara umum kebakaran liar dapat dibezakan melalui kelas bahan api (bawah permukaan, atas permukaan atau silara) di tempat terjadinya kebakaran. Memahami jenis-jenis kebakaran liar amatlah penting kerana setiap jenis kebakaran itu memerlukan cara pemadaman yang berbeza. Terdapat 4 jenis kebakaran liar:

- Bawah Permukaan
 - Atas Permukaan
 - Silara (Bahagian Atas)
 - Titik Api
- i. **Kebakaran Bawah Permukaan** (*ground fire*) membakar bahan organik di bawah permukaan dan pada sistem perakaran. Api akan membakar bahan organik seperti gambut, humus, akar, dan bahan api lainnya seperti sarap tanah. Ciri-ciri kebakaran bawah permukaan adalah:
- Pembaraan tanpa penyalaan dan sedikit asap
 - Api mungkin menyala tanpa disedari selama berminggu-minggu mahupun berbulan-bulan dan berpotensi menyala kembali kerana bahan api atas permukaan
 - Muncul di kawasan dengan lapisan tanah dalam atau sejumlah besar bahan organik
 - Umumnya muncul di kebakaran gambut
- ii. **Kebakaran Atas Permukaan** (*surface fire*) termasuk kebakaran vegetasi seperti sisa sampah hutan dan tumbuh-tumbuhan renek, rumput atau semak, atau tumbuh-tumbuhan lain yang ada di permukaan tanah atau sedikit di atas bawah permukaan. Antara ciri-ciri kebakaran atas permukaan:
- Jenis yang paling umum diantara kebakaran liar
 - Perilaku kebakaran adalah beragam daripada yang tahap yang paling rendah ke tahap ekstrim
 - Sebahagian besar dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku kebakaran (Cuaca, Bahan api, dan Topografi)
- iii. **Kebakaran Silara (Atas)** (*crown/aerial fire*) membakar bahagian atas pepohonan dan terjadi sebelum kebakaran atas permukaan yang agresif. Perolakan dan panas radiasi dari kebakaran permukaan yang agresif akan membakar bahagian atas pohon dan kebakaran silara akan membakar tanpa bergantung pada kebakaran atas permukaan. Ciri-ciri kebakaran silara adalah:

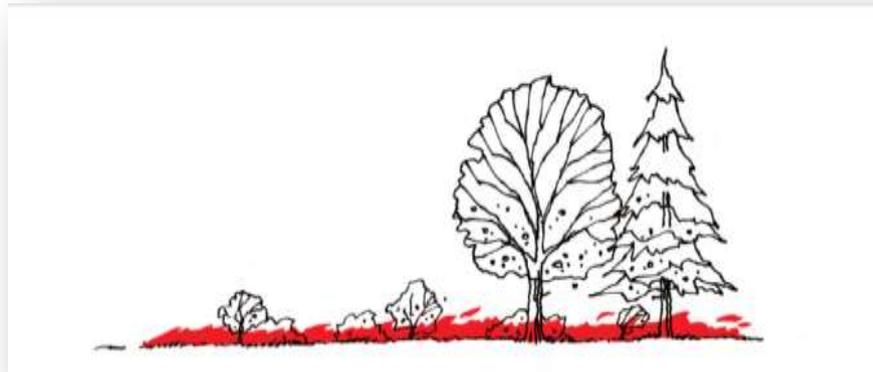
- Merupakan bahagian paling ekstrim di antara bentuk perilaku kebakaran, jenis paling cepat merebak dan memberi kesan sangat buruk terhadap alam sekitar.
- Kebakaran atas permukaan yang agresif akan muncul beberapa ketika setelah kebakaran silara berlaku.
- Titik api akan muncul dalam jumlah yang besar dan kemudian akan muncul mendahului api utama
- Biasanya hanya berpindah dalam jarak yang dekat disebabkan oleh angin yang kuat atau cerun yang curam.

iv. **Titik Api** (*spot fires*) adalah api baru yang menyala didepan api utama terhasil daripada pencampuran kebakaran, atau serpihan kebakaran yang dibawa oleh udara panas melalui asap dan berkumpul di depan api utama. Ciri titik api ialah:

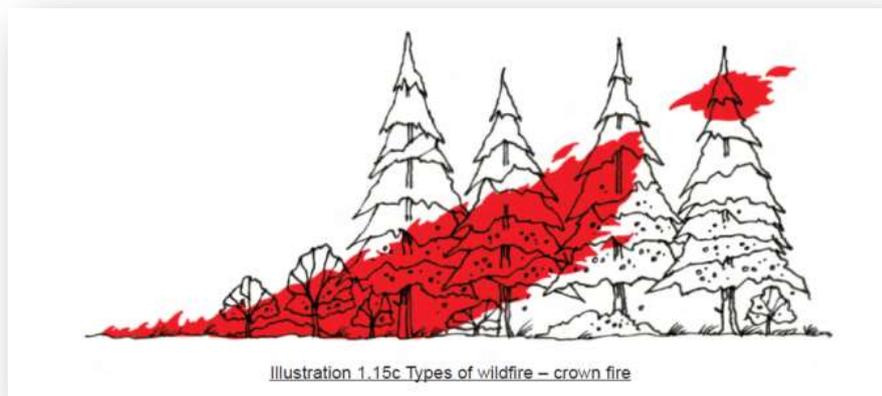
- Setiap titik api tidak bergantung kepada api utama dan tahap kebakaran dan penyebarannya akan bervariasi mengikut lokasi
- Titik api adalah sebuah kayu ukur yang baik untuk meramal potensi munculnya atau berkembangnya perilaku kebakaran yang ekstrim
- Titik api sangat merbahaya dalam pengendalian kebakaran kerana sifatnya yang tidak terduga dan berpotensi untuk menjadi api yang kedua dan ketiga serta membesar dengan cepat di luar dari api utama.



Ilustrasi 1.15a Jenis kebakaran liar – kebakaran bawah permukaan



Ilustrasi 1.15b Jenis kebakaran liar – kebakaran atas permukaan



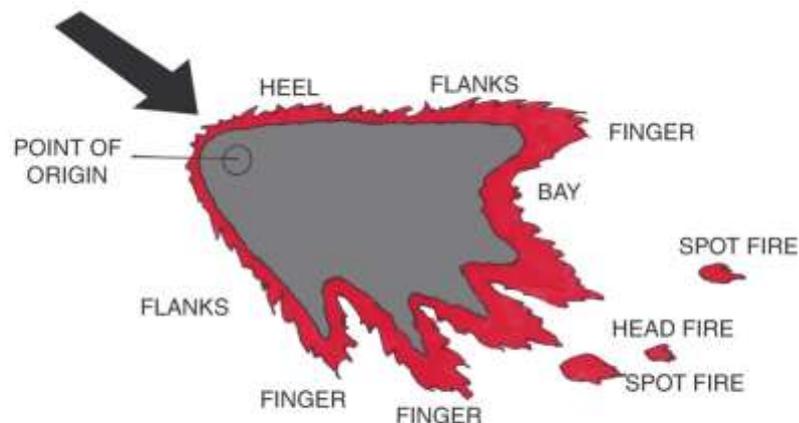
Ilustrasi 1.15c Jenis kebakaran liar – kebakaran silara

2. Bahagian-bahagian Kebakaran Liar

Terdapat sebuah set terminalogi yang digunakan bagi menggambarkan bahagian kebakaran liar. Pengetahuan terhadap bahagian kebakaran liar amat penting bagi mewujudkan komunikasi yang berkesan ketika sesebuah kejadian kebakaran berlaku. Antara bahagian kebakaran liar termasuklah:

- Punca
- Ekor

- Sisi
- Kepala
- Jejari
- Teluk
- Perimeter
- Titik Api



Ilustrasi 1.16 Bahagian-bahagian kebakaran liar

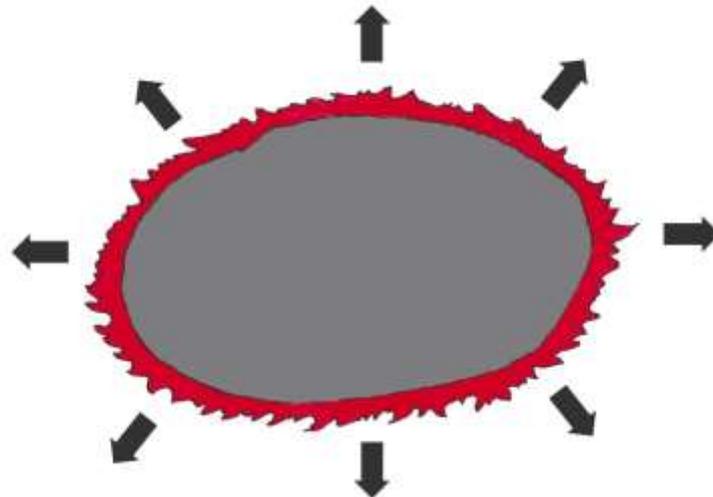
- i. **Punca** (*origin*) adalah tempat dimana api bermula. Bahagian ini mudah atau tidak susah untuk dikesan.
- ii. **Ekor** (*heel*) api, adalah kawasan belakang daripada punca api.
- iii. **Sisi** (*flanks*) api, adalah kawasan sisi api, biasanya memiliki kadar perilaku kebakaran yang antara rendah dan sederhana.
- iv. **Kepala** (*head*) api, adalah di hujung/ hadapan api yang memiliki keamatan yang paling tinggi dan kadar rebakan yang paling cepat.
- v. **Jejari** (*fingers*) api, adalah muncung api yang marak terhasil daripada kepala atau sisi api.
- vi. **Teluk** (*bays*) api, terletak di hadapan api berdekatan dengan kepala api, iaitu di antara jejari api, di mana anda dapati terdapat 3 sisi api padanya.
- vii. **Perimeter** api, sisi luar daripada api.
- viii. **Titik Api** (*spot fires*), adalah tompokan api baru berdekatan atau berjauhan daripada api utama berpunca daripada serpihan api atau bahan api yang lain.

3. Rebakan Kebakaran Liar

Rebakan kebakaran liar akan bergantung kepada ciri-ciri cuaca, topografi dan juga bahan api yang menentukan keadaan perilaku kebakaran. Dalam istilah kebakaran liar, **perjajaran** (*alignment*) muncul ketika keadaan cuaca, topografi dan bahan api adalah sangat bertepatan dengan keperluan kebakaran. Kebakaran liar yang berada dalam kedudukan perjajaran akan menghasilkan perilaku kebakaran yang ekstrim dan kadar kemusnahannya adalah sangat tinggi.

Selain daripada ciri-ciri umum cuaca, topografi dan bahan api, faktor tiupan angin, bentuk muka bumi dan juga kedudukan bahan api juga memberi kesan yang besar kepada bentuk atau corak rebakan kebakaran liar. Ilustrasi di bawah menunjukkan kesan asas faktor-faktor tersebut terhadap rebakan kebakaran liar.

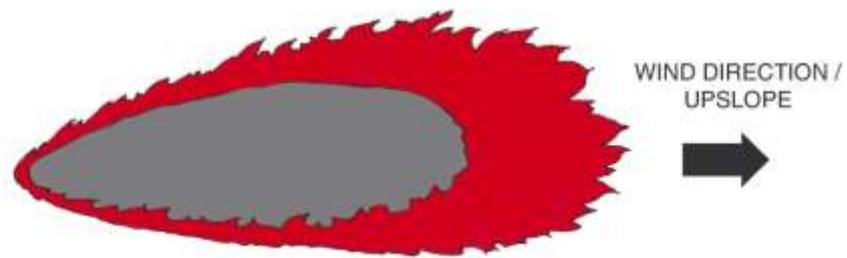
- i. Rebakan api yang disertai sedikit atau tiada langsung tiupan angin atau cerun.



Ilustrasi 1.17 Rebakan api yang disertai sedikit atau tiada langsung tiupan angin atau cerun

Rebakan api jenis ini akan muncul sekiranya api bermula di dataran yang mendatar, dengan sedikit kehadiran bahan api pada hari biasa (tidak terlalu terik dan terlalu lembap). Perimeter api akan merebak daripada titik penyalaan dalam bentuk bulatan dan kadar rebakan api adalah sangat perlahan.

- ii. Api yang disertai tiupan angin yang sederhana dan/ atau kesan bentuk muka bumi.



Ilustrasi 1.18 Rebakan api yang disertai tiupan angin yang sederhana dan/ atau kesan bentuk muka bumi

Akibat terkesan dengan tiupan angin yang sederhana, tiang perolakan api akan marak melalui kepala api dan menyumbang kepada pemanasan bahan yang tidak terbakar. Cerun yang sederhana juga membawa kepada peningkatan pemanasan bahan yang tidak terbakar melalui bentuk yang sama. Rajah menunjukkan peningkatan dalam perilaku api dan kesan terhadap bentuk rebakan kebakaran.

- iii. Api yang disertai tiupan angin yang kuat dan/ atau kesan bentuk muka bumi.



Ilustrasi 1.19 Rebakan api yang disertai tiupan angin yang kuat dan/ atau kesan bentuk muka bumi

Di bawah pengaruh tiupan angin yang kuat atau cerun yang curam, corak rebakan api akan berbentuk bujur kerana keamatan pada kepala api (iaitu yang sangat terpengaruh dengan faktor perajajaran) akan bertambah ekstrim dibandingkan dengan keamatan

yang berlaku pada sisi dan ekor api. Kesan kesemua faktor tersebut dapat dilihat dalam ilustrasi 1.18 tetapi dengan kadar yang lebih besar.

II. Pengendalian Kebakaran Tumbuh-tumbuhan

Mendekati kebakaran liar

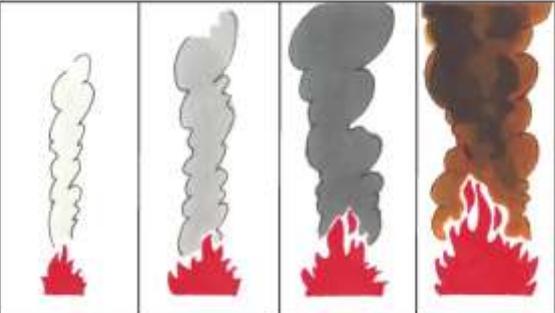
Tindak balas awal terhadap kejadian kebakaran liar adalah sangat penting dalam memastikan kejayaan memadam/ mengawal kebakaran tersebut. Sebuah langkah yang efektif bergantung kepada penentuan lokasi kebakaran dengan tepat, memahami tanda-tanda perilaku kebakaran yang dapat dikesan setelah tiba di lokasi serta memilih jalan/ laluan yang efisien bagi mendekati kebakaran tanpa menjejaskan keselamatan diri sendiri dan juga orang lain.

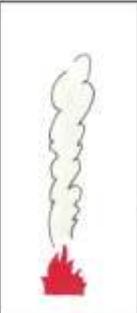
Apabila kejadian kebakaran dilaporkan:

- Pastikan anda tahu dimana letaknya lokasi kejadian dengan tepat, atau sekiranya hanya maklumat umum mengenai lokasi yang diperolehi, cari kawasan selamat yang berdekatan bagi mengumpul maklumat yang tepat mengenai lokasi kejadian.\
- Rujuk kepada peta atau gambar dari udara bagi mengenalpasti kawasan dan laluan yang selamat.
- Kumpul segala maklumat yang berkaitan daripada penyampai laporan.

Setelah tiba di lokasi kejadian:

- Ramalkan keadaan cuaca – semasa mahupun mendatang.
- Kenalpasti kayu ukur perilaku api yang dapat dilihat setelah mendekati kebakaran liar. Apa yang dapat dinyatakan melalui bentuk, warna dan saiz kolum asap?



				
SMOKE COLOUR	DENSE WHITE	GREY	BLACK	BLACK COPPER - BRONZE
FUEL MOISTURE	VERY MOIST FUEL	MOIST FUEL	DRY FUEL	VERY DRY FUEL
FIRE INTENSITY	LOW	MODERATE TO HIGH	HIGH TO VERY HIGH	EXTREME

Ilustrasi 2.1 Jenis kolum asap

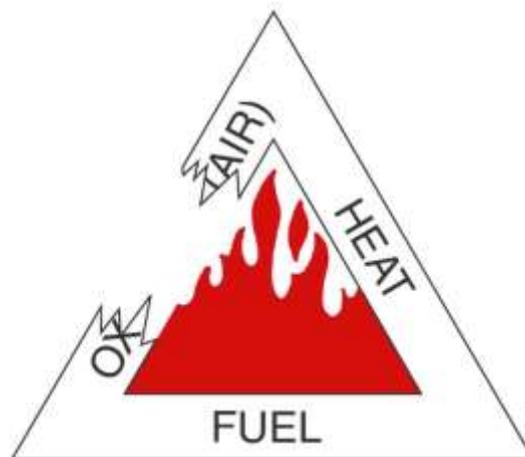
- Pastikan anda memahami kawasan kejadian dengan terperinci. Apa jenis tumbuh-tumbuhan yang ada? Apa ciri topografinya? Adakah terdapat cuaca tempatan yang khusus di kawasan tersebut untuk diambil kira?

Kaedah Pemadaman

Dengan menghapuskan salah satu daripada 3 elemen yang membentuk segitiga api, atau “memecahkan segitiga api”, akan membawa kepada kejayaan mengawal/ memadam kebakaran. Terdapat banyak strategi pemadaman api yang umum yang bertujuan menghapuskan salah satu elemen daripada segitiga api tersebut.

1. Memutuskan bekalan oksigen

Ini dapat dilakukan dengan memasukkan tanah ke atas api atau memadamkan kebakaran dengan “pemukul api”. Buih juga dapat memutuskan bekalan oksigen.



Ilustrasi 2.2 Memecahkan segitiga api (oksigen)

2. Menghentikan haba

Air menyerap tenaga haba melalui wap. Penggunaan air adalah kaedah yang sangat efektif bagi memadamkan kebakaran. Air mesti dihalakan terus pada dasar api di mana penyalaan berlaku.



Ilustrasi 2.3 Memecahkan segitiga api (haba)

3. Menghapuskan bahan api

Teknik yang digunakan bagi menghapuskan bahan api juga dikenali sebagai “teknik melawan api kering”. Menggunakan alatan tangan bagi membina garis kawalan atau menggunakan mesin/ jentera bagi membentuk “*pemisah bahan api*”, kedua-duanya adalah berkesan dalam teknik melawan api kering. *Backburns* atau operasi memadamkan api yang lain juga adalah contoh bagi menghapuskan bahan api di hadapan api.



Ilustrasi 2.4 Memecahkan segitiga api (bahan api)

4. Kombinasi Kaedah

Dalam banyak kes, teknik yang paling berjaya adalah menggunakan kombinasi kaedah bagi memadamkan kebakaran liar. Memutuskan bekalan oksigen dengan memasukkan tanah ke dalam api adalah paling sesuai untuk fasa “*mop-up*” kebakaran liar, manakala

menghapuskan bahan api di hadapan api dapat digunakan bagi menghentikan kepala api dan mengawal kebakaran liar.

Pengawalan/ Pemadaman Kebakaran Liar

Alatan yang digunakan dalam pengawalan/ pemadaman kebakaran liar beraneka, bergantung kepada geografi sekeliling. Adalah sangat penting bagi memahami bila dan di mana alatan pengawal/ pemadaman kebakaran liar yang pelbagai, patut digunakan agar ianya efektif.

Alatan pengawal/ pemadaman kebakaran liar adalah:

- Alatan tangan
- Alatan kuasa
- Peralatan air
- Peralatan pencucuh
- Jentera berat
- Sumber bekalan air

1. Alatan tangan

Kegunaan:

- Pemadaman secara Langsung, Berselari dan Tidak Langsung.
- Pembinaan garis kebakaran dan pemisah bahan api

Perlu dipertimbangkan:

- Sebahagian alatan tangan mempunyai berbagai ungsi, sebahagian yang lain pula mempunyai fungsi yang khusus.
- Bergantung kepada geografi kawasan atau jenis bahan api, sebahagian alatan adalah lebih sesuai berbanding yang lain bagi sesuatu tugas.

Contoh alatan tangan asas:

- Kapak
- Penyodok
- Sekop
- Cangkul
- *Mcleod*
- Cakar
- Beliung
- *Gorgui*
- *Pulaski*
- Pencantas
- Cangkul berus

- Beg
- Pemukul api
- Penyembur

*Untuk maklumat lebih lanjut mengenai alatan tangan, rujuk modul latihan **EF4 Penggunaan Alatan Tangan** bagi mengawal kebakaran liar.

2. Alatan kuasa

Kegunaan:

- Membentuk *pemisah bahan api* dengan menebang pokok, semak dan ranting.
- Sering digunakan bagi membentuk laluan kepada pembinaan garis tangan atau membersihkan bahan api daripada *firebreak* sedia ada (cth: jalan atau sungai)

Perlu dipertimbangkan:

- Alatan kuasa mesti digunakan oleh petugas yang terlatih dan berkelayakan.
- Alatan Perlindungan Peribadi perlu dikenakan.

Contoh alatan kuasa asas:

- Pemetong semak
- Gergaji rantai

3. Peralatan Air

Kegunaan

- Pemadaman secara Langsung dan Berselari.
- Hanya boleh digunakan secara terus terhadap api, untuk membina garisan basah, menyejukkan garis kebakaran yang sudah dikawal serta memadamkan tompok panas.

Perlu dipertimbangkan:

- Sumber/ bekalan air.
- Sumber air biasanya terhad, maka penjimatan air adalah kritikal.
- Terdapat pelbagai jenis jenama, bentuk kelengkapan air (cth: paip hos, pili bomba, peralatan dan perkakas air) bergantung kepada geografi kawasan.

Contoh alatan kuasa asas:

- Pam mudah alih
- Perkakas/ enjin kebakaran
- Beg

4. Peralatan pencucuh

Kegunaan

- Pemadaman Berselari dan Tidak Langsung.
- Operasi pembakaran atau membakar bahan tidak terbakar yang berada di sekitar perimeter garis kawalan.

Perlu dipertimbangkan:

- Penggunaan peralatan pencucuh membawa kepada bahaya yang baru.
- Hanya individu yang berkelayakan yang boleh mengendalikan operasi pembakaran.
- Operasi pembakaran perlu dirancang dengan teliti sebelum dilaksanakan.

Contoh alatan kuasa asas:

- Obor/ Pencucuh
- Pembakar diesel
- Pembakar gas

*Untuk maklumat lebih lanjut mengenai alatan dan teknik pencucuhan, rujuk modul latihan **EF6 Pelaksanaan Teknik Pencucuhan Tumbuh-tumbuhan.**

5. Jentera berat

Kegunaan

- Pemadaman secara Langsung, Berselari dan Tidak Langsung.
- Digunakan bagi membina garis kebakaran atau *pemisah bahan api* yang berskala besar dalam tempoh waktu yang singkat.
- Sebagai pengangkutan kepada pasukan petugas kebakaran.

Perlu dipertimbangkan:

- Sentiasa mematuhi peraturan keselamatan sepanjang berada di sekitar jentera berat.

Contoh alatan kuasa asas:

- Jentolak
- Traktor & Pembajak
- Jentera perata tanah
- Jentera pengangkut

6. Sumber bekalan air

Kegunaan

- Pemadaman secara Langsung, Berselari dan Tidak Langsung.
- Membantu pasukan yang berada di lapangan
- Memadam titik api, membantu taktikal di kawasan penting, atau pemadaman di

kawasan keamanan perilaku api tinggi.

Perlu dipertimbangkan:

- Pesawat yang beroperasi bersendirian tanpa sokongan tidak efektif ketika pemadaman kebakaran.
- Petugas kebakaran perlu bekerja seiring dengan protokol keselamatan pesawat bantuan ketika operasi pemadaman kebakaran liar.

Contoh alatan kuasa asas:

- Pesawat
- Helikopter

Garis kawalan & Garis kebakaran

Garis kawalan adalah penggunaan istilah yang komprehensif yang digunakan dalam halangan api sama ada buatan mahupun semulajadi yang sedia ada bagi dimanfaatkan sebagai garis kawalan kebakaran. Antara contoh garis kawalan sedia ada adalah, sungai, tasik, batu, kawasan yang sedikit bahan api, jalanraya, terusan atau arang sejuk pada kebakaran lama.

Garis kebakaran merujuk kepada mana-mana jalur atau bahagian daripada garis kawalan yang telah dipadamkan bahan pembakarnya setelah dikikis keluar atau digali hingga ke dalam ke tanah.

Sesebuah garis kebakaran dibentuk dengan 2 tujuan:

- Untuk membentuk “jalur selamat” sebagai memulakan pembakaran bagi mengeluarkan bahan api di antara garis kebakaran dan api yang sedang menjalar.
- Untuk memencilkan kawasan yang terbakar daripada kawasan yang tidak.

Setiap garis kawalan mesti dimulakan pada titik *anchor*. Ini adalah tempat di mana kurangnya bahan api (cth: jalanraya atau denai, kawasan berbatu, sungai atau kawasan yang sudah terbakar) yang akan menghalang kebakaran disekitar hujung garis kawalan yang sudah dibina.

*Untuk maklumat lebih lanjut mengenai garis kawalan, rujuk modul latihan **EF4 Pelaksanaan Alatan Tangan bagi Mengawal Kebakaran Tumbuh-tumbuhan**.

Strategi Pempadaman

1. Pempadaman secara Langsung

- i. Banyak digunakan terhadap kebakaran liar yang kurang keamatannya kerana senang dan selamat untuk para petugas kebakaran tiba.
- ii. Usaha pengawalan, termasuklah pembinaan garisan, yang dibentuk pada perimeter api yang kemudian menjadi garis kawalan.
- iii. Proses pempadaman perlu difokuskan di bahagian sisi api, bermula daripada bahagian ekor/ belakang dan bergerak ke bahagian kepala api.
- iv. Mulakan pembinaan garis kebakaran pada titik labuh (cth: jalan, sungai atau kawasan yang sudah terbakar bagi meminimumkan peluang untuk tidak diapit oleh api).

Kaedah:

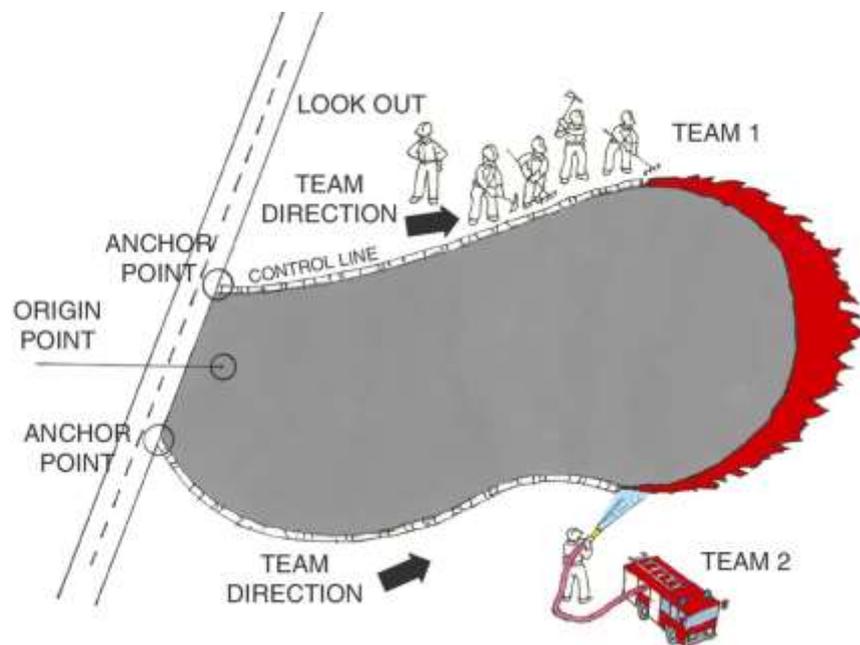
- Bina garis tangan atau padamkan tepi api menggunakan alatan tangan, alatan kuasa dan/ atau jentera berat.
- Guna air ke atas api dengan peralatan kebakaran, hos atau beg.
- Guna unit udara bagi menyembur air ke tepi api.

Kelebihan:

- Kawasan yang selamat untuk beroperasi (jarak dengan kawasan terbakar sekitar 1 kaki)
- Hanya sebahagian kecil kawasan yang terbakar
- Berpotensi menghalang rebakan kebakaran dengan kadar segera
- Tidak perlu kepada strategi pemadaman yang rumit.

Kelemahan:

- Petugas kebakaran mudah terdedah kepada haba dan asap kerana kedudukan mereka adalah di tepi api.
- Garis kebakaran yang dibina tidak sempurna
- Penghalang api semulajadi atau sedia ada tidak memberi kelebihan dalam strategi jenis ini.



Ilustrasi 2.5 Pemadaman secara Langsung (Mengapit)

2. Pemadaman secara Berselari

- i. Digunakan pada keamatan kebakaran liar yang *kurang* hingga ke tahap *sederhana* kerana tidak dapat mendekati tepi api, menggunakan kewujudan penghalang kebakaran semulajadi sebagai garis kawalan, serta mengambil peluang pada teluk api yang tidak terbakar menjadikannya sebagai garis kawalan.
- ii. Garis kawalan dibina tidak jauh, namun berselari dengan tepi api.
- iii. Jarak pembinaan garis kawalan dengan tepi api mengambil kira keadaan perilaku api, keadaan cuaca semasa dan mendatang, bentuk muka bumi, dan jenis bahan api yang berada di antara tepi api dengan garis kawalan yang dicadangkan.

- iv. Kawasan di antara garis kawalan dengan tepi api, boleh “*dibakar*” setelah pembinaan garis kawalan bagi mengawalinya selesai dibina.
- v. Keadaan api mestilah selalu diawasi terutama pada perubahan arah dan perilakunya.
- vi. Memerlukan kepada penyelia yang berpengalaman.

Kaedah:

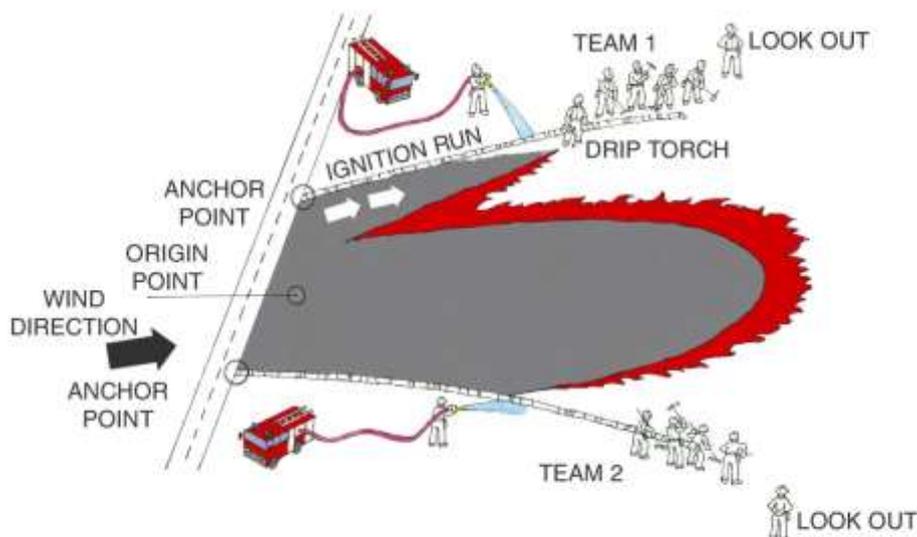
- Bina garis kawalan menggunakan alatan tangan, jentera berat atau penghalang sedia ada.
- Bakar tumbuh-tumbuhan dengan peralatan pencucuh.
- Gunakan air bagi menyejukkan garis kawalan setelah operasi pembakaran.

Kelebihan:

- Secara langsung dan garis kawalan adalah lebih selamat.
- Pasukan petugas bekerja di luar kawasan asap tebal dan haba yang tinggi.
- Menggunakan penghalang kebakaran semulajadi sedia ada.

Kelemahan:

- Penambahan operasi pembakaran yang rumit.
- Peluang untuk terbentuknya kebakaran baru atau peningkatan kepada keamatan perilaku api.
- Luas kawasan yang terbakar secara langsungnya bertambah.
- Bahan tidak terbakar kekal berada di antara api dengan pasukan petugas.



Ilustrasi 2.6 Pemadaman secara Berselari

3. Pemadaman secara Tidak Langsung

- i. Digunakan pada keamatan kebakaran liar yang tinggi, saiz kawasan yang luas, atau pada kawasan yang terhada akses.
- ii. Strategi ini biasanya menggunakan api (cth: Pembakaran semula) sebagai strategi melawan kebakaran.
- iii. Menggunakan penghalang semulajadi sedia ada atau garis kawalan yang telah dibina, yang memiliki jarak yang sesuai dengan api.
- iv. Jarak pembinaan garis kawalan dengan tepi api mengambil kira keadaan perilaku api, keadaan cuaca semasa dan mendatang, bentuk muka bumi, dan jenis bahan api yang berada di antara tepi api dengan garis kawalan yang dicadangkan.
- v. 2 kaedah pencucuhan boleh digunakan pada pemadaman secara tidak langsung. Pertama, tumbuh-tumbuhan yang berada di antara api utama dengan garis kawalan dibakar, maka bahan api dapat dihapuskan. Kedua, berpandukan pada bentuk muka bumi dan cuaca yang sesuai, "pembakaran semula" dinyalakan bagi membakar secara perlahan-lahan daripada garis kawalan hingga ke api utama, maka bahan api dapat dihapuskan.
- vi. Memerlukan kepada penyelia yang berpengalaman.

Kaedah:

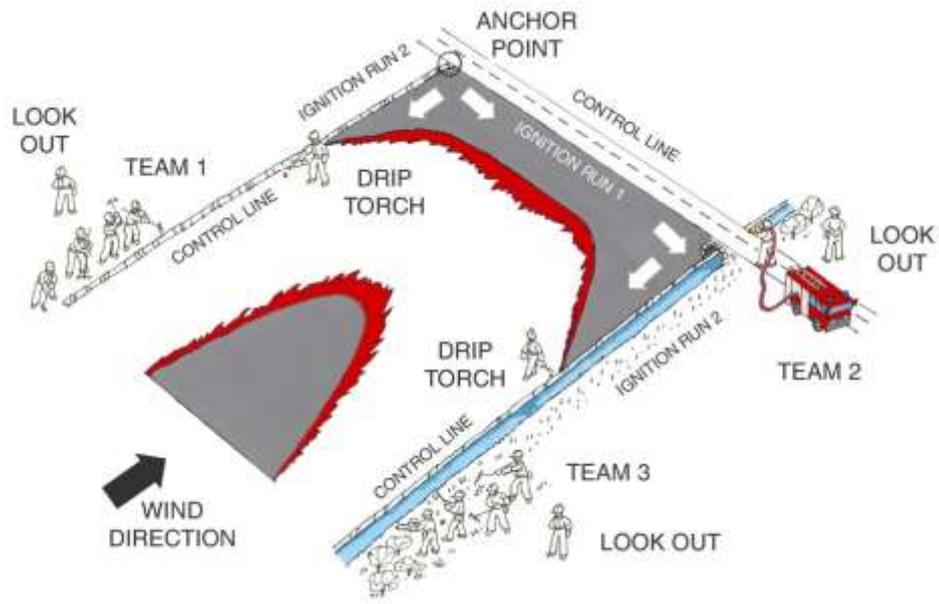
- Bina garis kawalan menggunakan alatan tangan, jentera berat atau penghalang sedia ada.
- Bakar tumbuh-tumbuhan dengan peralatan pencucuh.
- Gunakan air bagi menyejukkan garis kawalan setelah operasi pembakaran.

Kelebihan:

- Garis kawalan boleh dibina pada topografi yang memberi kelebihan
- Menggunapakai penghalang kebakaran semulajadi sedia ada.
- Pasukan petugas bekerja di luar kawasan asap dan haba.
- Memberi lebih masa kepada pembinaan garis kawalan dan operasi pembakaran pintas, tidak perlu respon pantas terhadap perilaku api.

Kelemahan:

- Menambah saiz api secara keseluruhan.
- Pembakaran semula berpotensi untuk berada di luar kawalan akibat perubahan pada cuaca yang tidak dapat dijangka.
- Operasi pembinaan garisan dan pembakaran pintas berpeluang untuk tidak sempat disiapkan sebelum ketibaan api ke garis kawalan.
- Kerumitan operasi bertambah.
- Keamatan perilaku api boleh bertambah sekiranya api utama bertembung dengan api buatan (melalui operasi pembakaran pintas), membawa kepada terbentuknya titik api yang baru.



Ilustrasi 2.6 Pemadaman secara Tidak Langsung

4. Kombinasi Kaedah

Kombinasi teknik sering digunakan bagi mengawal kebakaran liar. Pemilihan teknik yang akan digunakan ke atas kebakaran liar, atau sebahagian kebakaran liar, bergantung kepada:

- Kadar rebakan api
- Keamatan api
- Bahan api di hadapan api
- Bentuk muka bumi
- Sumber-sumber yang ada
- Akses terhadap api
- Manusia atau asset yang terancam

Kebakaran liar tidak terbakar pada keamatan yang sama pada setiap bahagiannya. Kebakaran liar boleh membesar hingga mampu membakar pada tumbuh-tumbuhan yang berbeza. Cuaca, bentuk bumi, dan aspek boleh mempengaruhi bahagian-bahagian kebakaran liar melalui cara yang berbeza antara satu dengan yang lain. Dengan itu, adalah sangat biasa bagi menggunakan kombinasi strategi pemadaman bagi mengawal/ memadam kebakaran liar.

Strategi Pertahanan

Strategi ini boleh digunakan ketika api utama adalah terlalu marak untuk dipadam dengan selamat, atau kebakaran berada di tempat yang terpencil serta sukar untuk menyediakan

sumber dukungan yang mencukupi. Antara contoh strategi pertahanan termasuklah:

- Pembinaan ruang pertahanan di sekitar struktur, penempatan atau kawasan lain yang memiliki kepentingan tertentu.
- Seorang petugas atau pasukan kebakaran membakar kawasan pertahanan demi melindungi diri sendiri daripada bahaya kebakaran liar.
- Pastikan diri berada di kawasan yang jauh ketika sedang melakukan tinjauan.

Pemilihan Strategi Pemadaman

Perilaku api adalah sangat mempengaruhi pemilihan strategi dalam operasi pengawalan/ pemadaman kebakaran. Hubungan tersebut dapat ditafsirkan melalui jadual di bawah:

Jadual 2.2: Panjang lidah api, peralatan, teknik dan strategi

Panjang Lidah Api (m)	Kaitan
0 – 0.5	Api biasanya terpadam dengan sendiri
0.5 – 1.5	Keamatan api adalah rendah Alatan tangan boleh digunakan bagi pemadaman secara langsung bagi mengawal kebakaran
1.5 – 2.5	Keamatan api adalah tinggi untuk dilaksanakan pemadaman secara langsung menggunakan alatan tangan Pam air & jentolak boelh digunakan sekiranya perlu Pemadaman berapit/ berselari disarankan
2.5 – 3.5	Keamatan api adalah tinggi untuk dilaksanakan pemadaman secara langsung daripada garis kawalan Helikopter & pesawat ringan boleh digunakan sekiranya perlu Pemadaman berapit/ berselari bergantung kepada panjang lidah api semasa
3.5 – 8	Keamatan api sangat tinggi Pembakaran pintas dan pembakaran belakang boleh mematikan kepala api Pemadaman berapit/ secara berselari dan tidak langsung disarankan bergantung kepada panjang lidah api semasa
8m+	Keamatan api paling ekstrim Strategi pertahanan disarankan

*Kotak yang berwarna kelabu menunjukkan keadaan panjang lidah api yang masih boleh digunakan strategi pemadaman bagi mengawal kebakaran.

Kerja Berpasukan

Kerja berpasukan adalah sangat penting dalam penentuan kejayaan sesebuah misi pemadaman kebakaran liar. Hampir setiap kerja dalam operasi ini dilakukan sebagai sebuah kerja berpasukan. Sebagai seorang ahli dalam sesebuah pasukan, anda mesti sentiasa berhubung dengan rakan sepasukan yang lain samada secara langsung atau menggunakan radio ketika operasi pemadaman kebakaran liar. Ingat perkara berikut:

- Pastikan anda memahami arahan yang diberikan dan yang berkaitan dengan arahan rakan sepasukan yang lain.
- Sentiasa berhubung dengan rakan sepasukan dan juga penyelia anda.
- Fahami objektif keseluruhan operasi pasukan anda.
- Hormati keperluan rakan sepasukan anda.
- Pastikan anda dan pasukan mengetahui laluan keluar/ kecemasan ketika waktu memerlukan yang telah ditetapkan kepada pasukan anda.

Fasa Pengawalan/ Pemadaman Kebakaran Liar

- **Mematikan** (*knockdown*) adalah fasa terawal dalam operasi pengawalan/ pemadaman bagi mengurangkan keamatan api dan melambat atau menghentikan rebakan api. Ini bermakna, bahaya yang dapat dilihat dapat dikurangkan dengan signifikan.
- **Pembendungan** (*containment*) dapat dicapai setelah garis kawalan telah dibina di sekitar perimeter api dan membendungnya daripada semakin marak.
- **Pengawalan** (*controlling*) api bermaksud adalah garis kawalan telah berjaya memastikan dan mengawal hingga ke tahap dimana tiada lagi peluang kepada api untuk merebak.
- **Mop up dan Rondaan** (*patrol*) dilakukan setelah api berjaya dikawal dan kawasan terbakar telah dipadamkan sehingga tiada lagi kemungkinan munculnya kebakaran semula. Rondaan pada perimeter api akan membantu untuk memastikan agar api tidak menjejaskan kawasan di luar garis kawalan. Kebakaran dapat diisytiharkan “padam” setelah kesemua fasa diatas selesai.

Rujukan:

Australasian Fire Authorities Council Limited. (2005). Respond to wildwire. East Melbourne Victoria. AFAC Limited.

Langkah-langkah telah diambil bagi memastikan maklumat ("**Informasi**") di atas adalah tepat dan berpandukan kepada *The Global Fire Monitoring Center*, *The International Association of Fire and Rescue Services* dan *Rural Development Initiatives Ltd* (bekerjasama dengan "**EuroFire Partners**") percaya kepada praktikal terbaik terkini setelah merujuk kepada tarikh ianya disediakan. Ianya tidak bermakna kandungan ini telah lengkap dan terbuka kepada semakan semula.

Informasi yang disediakan hanya bertujuan untuk makluman umum sahaja dan bukan Informasi yang terhad perlu kepada tujuan yang khusus. Informasi ini disusun bagi kegunaan sesuai dengan mana-mana peraturan organisasi, pengawalan atau cadangan dan nasihat mana-mana badan profesional. Ini adalah tanggungjawab kepada individu atau organisasi kajian terhadap Informasi ini demi memastikan segala risiko yang berkaitan dengan aktiviti tertentu dapat diambil kira sepenuhnya.

The EuroFire Partners dan pekerja-pekerja mereka, agen, dikecualikan liabiliti (hingga ke tahap maksimum yang dibenarkan undang-undang) untuk setiap kenyataan yang tersilap, hilang, atau mengelirukan terkandung dalam Informasi dan untuk setiap kehilangan, kerosakan, atau kesulitan yang dialami oleh mana-mana individu yang terbabit atau yang ditahan daripada terlibat kesan daripada menggunakan Informasi ini.

[Informasi ini dilindungi oleh undang-undang hak cipta dan harta intelektual dan melainkan jika ia disebut secara nyata atau dengan persetujuan bertulis, anda boleh menggunakan dan menyalin Informasi untuk kegunaan individu, bukan komersial, subjek terhadap sesebuah pengiktirafan.]

Peruntukan kepada Informasi dan penggunaan anda perlu mengukuti arahan yang berpandukan undang-undang Scotland dan setiap pengguna Informasi akan diadili di mahkamah Scotland untuk setiap tuntutan atau sebarang tindakan berkaitan dengan Informasi atau penggunaannya.

