

Asas Pengendalian Dron

JILID 1



Yuhani binti Jamian
Shahrin Nazida binti Salleh
Mohd Halid bin Abu



KURSUS
ASAS PENGENDALIAN
DRON JILID 1

KURSUS ASAS PENGENDALIAN DRON

JILID 1

PANDUAN LENGKAP UNTUK
PENGENDALI DRON PEMULA



Diterbitkan oleh

POLITEKNIK
MALAYSIA
MELAKA

No. 2, Jalan PPM 10, Plaza Pandan Malim
75250 Melaka

No. Tel: 06-3376000

No. Faks: 06-3376000

EDISI PENERBITAN
Edisi Pertama 2026



HALAMAN HAK CIPTA



Hak cipta © 2026 terpelihara.

Tiada bahagian daripada penerbitan ini boleh diterbitkan semula, disimpan dalam sistem simpanan, atau dipindahkan dalam apa jua bentuk sama ada secara elektronik, mekanikal, fotokopi, rakaman atau sebarang cara lain tanpa kebenaran bertulis terlebih dahulu daripada penerbit.



NAMA PENERBIT

Politeknik Melaka
No. 2, Jalan PPM 20, Plaza Pandan Malim
75250 Melaka
No. Tel: 06-3376000
No. Faks: 06-3376200



TAJUK

ASAS PENGENDALIAN DRON

Panduan Lengkap Untuk Pengendali Dan Pemula



ISBN / eISBN



Data Pengkatalogan-dalam-Penerbitan
Perpustakaan Negara Malaysia

Rekod katalog untuk buku ini boleh didapati dari
Perpustakaan Negara Malaysia

eISBN 978-629-7676-17-7



EDISI PENERBITAN

Edisi Pertama 2026



BINA ASAS
Ilmu asas bagi
pengendali dron.



UTAMAKAN KESELAMATAN
Patuh peraturan dan
amalkan penerbangan.



TINGKATKAN KEMAHIRAN
Latihan berterusan menjamin
penerbangan yang cekap.



CIPTA PELUANG
Guna teknologi dron untuk
masa depan yang mampan.



KATA ALUAN



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh dan Salam Sejahtera.

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan limpah kurnia-Nya, e-book Kursus Asas Dron ini berjaya dihasilkan sebagai bahan rujukan dan pembelajaran kepada para pelajar, pensyarah serta individu yang berminat dalam bidang teknologi dron. Perkembangan teknologi dron pada masa kini telah membuka pelbagai peluang dalam sektor industri seperti fotografi udara, pemetaan, pertanian pintar, pemantauan keselamatan, pembinaan dan pelbagai aplikasi teknologi moden yang lain. Oleh itu, penguasaan asas pengendalian dron, keselamatan penerbangan, undang-undang serta teknik pengendalian yang betul amat penting bagi memastikan penggunaan dron yang selamat dan beretika. E-book ini disusun secara ringkas, sistematik dan interaktif dengan gabungan nota, infografik, ilustrasi serta latihan praktikal bagi membantu pembaca memahami konsep dan kemahiran asas pengoperasian dron dengan lebih mudah dan berkesan. Diharapkan penerbitan e-book ini dapat memberi manfaat kepada semua pembaca serta menjadi panduan asas dalam melahirkan pengendali dron yang berpengetahuan, berkemahiran dan bertanggungjawab selaras dengan perkembangan teknologi masa kini. **Sekian, terima kasih.**



PENULIS

KURSUS ASAS DRON



BINA ASAS

Kuasai asas teori dan praktikal dron.



UTAMAKAN KESELAMATAN

Patuhi peraturan dan prosedur penerbangan.



TINGKATKAN KEMAHIRAN

Latihan berterusan menjamin pengendalian yang cakap.



CIPTA PELUANG

Guna teknologi dron untuk manfaat diri dan masyarakat.



PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin-Nya, e-book Kursus Asas Dron ini berjaya dihasilkan dengan sokongan dan kerjasama pelbagai pihak. Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih ditujukan kepada pihak institusi atas sokongan dan kemudahan yang diberikan, para pensyarah atas bimbingan, ilmu dan tunjuk ajar, para penyumbang yang telah memberikan idea, pandangan serta bantuan sepanjang proses penghasilan e-book ini, serta para pelajar yang sentiasa menunjukkan semangat, komitmen dan minat dalam bidang teknologi dron. Segala sokongan dan kerjasama yang diberikan amat dihargai dan menjadi pemangkin kepada kejayaan penerbitan e-book ini.



ISI KANDUNGAN



1.0

PENGENALAN KEPADA TEKNOLOGI DRON

MUKA SURAT

1.1	UAS (Unmanned Aircraft System)	2
1.2	RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)	7
1.3	Sejarah Drone	8
1.4	Jenis-Jenis Dron	12
1.5	Anatomi Dron	14

2.0

PERATURAN & UNDANG-UNDANG (MALAYSIA)

MUKA SURAT

2.1	Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM) Directive (CAD) 6011	23
2.2	Zon Larangan Terbang (No-Fly Zones)	28
2.3	Permit & Lesen	35



GLOSARI	54
---------------	----



RUJUKAN	55
---------------	----



BINA ASAS
Ilmu asas teori
dan praktikal dron.



UTAMAKAN KESELAMATAN
Patuhi peraturan dan
prosedur penerbangan.



TINGKATKAN KEMAHIRAN
Latihan berterusan menjamin
pengendalian yang cekap.



CIPTA PELUANG
Guna teknologi dron untuk
manfaat diri dan masyarakat.



1.0

PENGENALAN
—.. **KEPADA** ..—
TEKNOLOGI DRON





1.1 UAS

(UNMANNED AIRCRAFT SYSTEM)

APA ITU UAS?

UAS

(Unmanned Aircraft System)

**UAS ialah:
Sistem lengkap
pesawat tanpa juruterbang**

UAS

BUKAN HANYA DRONE SAHAJA, TETAPI MERANGKUMI:



FUNGSI UAS

01



MENGUMPUL DATA UDARA

Mengumpul pelbagai data dari udara seperti imej, video, dan maklumat geospasial untuk analisis dan pemantauan.

02



MELAKSANAKAN MISI AUTOMATIK

Melaksanakan misi secara automatik mengikut perancangan laluan dan tugas yang telah ditetapkan.

03



KAWALAN DARI JAUH (REMOTE OPERATION)

Dikawal oleh juruterbang dari jauh menggunakan alat kawalan dan sistem komunikasi yang selamat dan stabil.

04



NAVIGASI MENGGUNAKAN GPS

Menggunakan teknologi GPS untuk navigasi yang tepat, stabil dan selamat sepanjang penerbangan.



CONTOH PENGGUNAAN UAS



01



FOTOGRAFI UDARA



Merakam imej dan video berkualiti tinggi dari udara untuk pelbagai tujuan seperti promosi, dokumentasi dan kreatif.

02



PEMANTAUAN PEMBINAAN



Memantau perkembangan projek pembinaan secara berkala, mengesan isu lebih awal dan meningkatkan kecekapan kerja.

03



PERTANIAN PINTAR



Menggunakan drone untuk memantau kesihatan tanaman, mengesan penyakit, menganalisis tanah dan mengoptimalkan penggunaan sumber.

04



SEARCH & RESCUE (SAR)



Membantu operasi mencari dan menyelamatkan dengan pengesanan mangsa dari udara, terutamanya di kawasan berisiko atau sukar diakses.

1.2 RPAS

(REMOTELY PILOTED AIRCRAFT SYSTEM)



RPAS IALAH



Sistem **pesawat tanpa juruterbang** yang **dikawal oleh juruterbang** dari jauh menggunakan alat kawalan (**remote controller**).



DALAM KONTEKS MALAYSIA

RPAS digunakan dalam peraturan oleh Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (CAAM) untuk operasi drone secara rekreasi dan komersial.

APA ITU RPAS?

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System)



RPAS IALAH



Sistem pesawat tanpa juruterbang yang dikawal oleh juruterbang dari jauh menggunakan alat kawalan (remote controller).

1.3 SEJARAH DRONE



Perjalanan teknologi drone daripada konsep awal sehingga menjadi teknologi pintar yang digunakan secara meluas pada masa kini.

TAHUN	PERKEMBANGAN DRONE
1910	Konsep awal pesawat tanpa juruterbang diperkenalkan. Idea dan eksperimen awal mengenai pesawat tanpa juruterbang mula diperkenalkan.
1930	Drone kawalan radio digunakan untuk latihan ketenteraan. Pesawat tanpa juruterbang yang dikawal menggunakan radio digunakan sebagai sasaran latihan menembak.
1960	Drone digunakan dalam misi pengintipan dan peperangan. Teknologi drone berkembang pesat dan digunakan secara meluas dalam operasi ketenteraan.
1990	Integrasi GPS dan kamera pada drone. GPS meningkatkan ketepatan navigasi dan kamera membolehkan rakaman serta pemantauan udara yang lebih berkesan.
2010	Penggunaan drone dalam sektor komersial berkembang pesat. Drone mula digunakan dalam pelbagai industri seperti fotografi udara, pertanian, pemetaan, pembinaan dan banyak lagi.
2020	Drone pintar dengan AI, IoT dan sistem autonomi diperkenalkan. Drone menjadi lebih pintar dengan integrasi AI, IoT dan sistem automatik serta digunakan dalam pelbagai aplikasi moden seperti penghantaran autonomi, pencarian & penyelamatan, dan pemantauan pintar.

EVOLUSI DRONE MASA KINI

Drone kini berkembang dalam pelbagai sektor:

SEKTOR	PENERANGAN	CONTOH PENGGUNAAN
Media & videografi	Drone digunakan untuk merakam gambar dan video udara berkualiti tinggi.	Penggambaran filem, dokumentari, iklan, siaran langsung acara.
Pertanian pintar	Drone membantu meningkatkan kecekapan pertanian melalui pemantauan dan analisis kawasan tanaman.	Pemetaan ladang, penyemburan baja dan racun, pemantauan kesihatan tanaman.
Kejuruteraan & pembinaan	Drone digunakan untuk tinjauan, pemetaan dan pemantauan projek pembinaan dengan lebih cepat dan tepat.	Tinjauan tapak, pemetaan 3D, pemantauan kemajuan projek.
Keselamatan & penyelamatan	Drone membantu dalam operasi mencari & menyelamatkan serta pemantauan keselamatan kawasan berisiko.	Carian mangsa bencana, pemantauan hutan, kawalan keselamatan sempadan.
Penghantaran automatik	Drone digunakan untuk penghantaran barangan secara automatik dengan lebih pantas dan efisien.	Penghantaran barangan kecil, ubat-ubatan, makanan, e-dagang.



“

Drone berkembang daripada teknologi ketenteraan kepada teknologi pintar moden yang digunakan secara global dalam pelbagai industri.

”



1.4 JENIS-JENIS **DRON**



JENIS-JENIS DRON

01



DRON QUADCOPTER

Mempunyai empat rotor dan paling populer digunakan untuk fotografi, videografi dan kegunaan am.



02



DRON HEXACOPTER

Mempunyai enam rotor yang memberikan kestabilan lebih baik dan kapasitas angkut yang lebih tinggi.



03



DRON SAYAP TETAP (FIXED WING)

Direka seperti kapal terbang dan sesuai untuk penerbangan jarak jauh serta pemantauan kawasan luas.



04



DRON VTOL (VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING)

Boleh berlepas dan mendarat secara menegak serta terbang seperti pesawat untuk jarak jauh.



05



DRON FPV (FIRST PERSON VIEW)

Dron kecil dan pantas yang dikawal melalui pemandangan kamera secara langsung, sesuai untuk perlumbaan dan freestyle.



1.5 ANATOMI DRON



10 REMOTE CONTROLLER

Mengawal dron dari jauh melalui isyarat radio.



RINGKASAN



Anatomi dron terdiri daripada gabungan komponen elektronik, mekanikal dan sistem komunikasi yang membolehkan dron terbang secara stabil dan selamat.

KOMPONEN UTAMA REMOTE CONTROL DRON

- 
- 1 ANTENA**
Menghantar dan menerima isyarat antara remote controller dan dron.
 - 2 PERANTI MUDAH ALIH (HOLDER)**
Memegang telefon atau tablet untuk paparan langsung dan aplikasi kawalan.
 - 3 STICK KAWALAN**
Digunakan untuk mengawal pergerakan dron (naik/turun, ke kiri/kanan, maju/mundur, pusingan).
 - 4 BUTTON PULANG KE HOME (RTH)**
Mengarahkan dron pulang ke titik Home secara automatik.
 - 5 BUTTON KUASA**
Menghidupkan atau mematikan remote controller.
 - 6 BUTTON PAUSE / HOVER**
Memberhentikan dron di udara (hover) dengan selamat.
 - 7 BUTTON RAKAMAN**
Memulakan atau menghentikan rakaman video.
 - 8 RODA GIMBAL / TILT**
Melaras kedondongan kamera (gimbal) ke atas atau ke bawah.
 - 9 LED STATUS**
Menunjukkan status bateri dan sambungan (isyarat).
 - 10 PORT PENGEKASAN**
Digunakan untuk mengecas bateri remote controller.

FUNGSI UTAMA



KOMUNIKASI

Mengekalkan sambungan stabil antara remote controller dan dron.



KAWALAN PENERBANGAN

Mengawal arah, ketinggian, kelajuan dan fungsi dron dengan tepat.



PAPARAN LANGSUNG

Memaparkan pandangan kamera dron secara langsung melalui peranti mudah alih.

NOTA PENTING



Pastikan bateri penuh, isyarat stabil dan aplikasi dikemas kini untuk kawalan dron yang selamat dan berkesan.

KOMPONEN UTAMA QUADCOPTER DRONE

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSI NYA

1 PROPELLER

Menghasilkan daya angkat untuk penerbangan dengan berputar pada kelajuan tinggi.

5 GPS MODULE

Menentukan kedudukan dron dan membantu dalam navigasi serta fungsi penerbangan pintar (Return to Home, Waypoint).

6 BATERI (LIPO)

Membekalkan kuasa elektrik kepada semua komponen dron.

2 MOTOR

Memutarakan propeller mengikut kelajuan yang ditetapkan oleh ESC untuk mengawal dron.

7 ANTENA

Menghantar dan menerima isyarat antara dron dan remote controller.

3 ESC (ELECTRONIC SPEED CONTROLLER)

Mengawal kelajuan dan arah putaran motor berdasarkan arahan daripada flight controller.

8 FRAME (KERANGKA)

Struktur utama yang menyokong dan melindungi semua komponen dron.

4 FLIGHT CONTROLLER

Otak utama dron yang memproses data sensor dan mengawal kestabilan serta pergerakan dron.

10 LANDING GEAR

Melindungi komponen semasa mendarat dan mengekalkan jarak antara dron dengan tanah.

9 KAMERA

Merakam gambar dan video udara untuk tujuan pemantauan, pemetaan atau dokumentasi.

RINGKASAN



SISTEM ELEKTRONIK

Termasuk flight controller, ESC, GPS dan komponen elektronik lain yang mengawal operasi dron.



SISTEM KUASA

Bateri LiPo membekalkan kuasa yang diperlukan untuk penerbangan yang stabil.



SISTEM KOMUNIKASI

Antena dan modul komunikasi membolehkan dron dikawal dan memindahkan data secara masa nyata.



SISTEM MEKANIKAL

Kerangka, motor, propeller dan landing gear memberikan struktur dan kestabilan kepada dron.



SISTEM PAYLOAD

Kamera atau sensor lain digunakan untuk tugas khusus seperti pemetaan dan pemeriksaan.



SISTEM KESELAMATAN

GPS, sensor dan perisian kawalan membantu memastikan penerbangan yang selamat dan terkawal.



NOTA PENTING

Pastikan semua komponen dipasang dengan betul dan diperiksa sebelum penerbangan untuk memastikan keselamatan dan prestasi dron yang optimum.

KOMPONEN UTAMA MOTOR QUADCOPTER DRONE

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSINYA

- 
- 1 NUT (NAT)**
Mengikat propeller pada aci motor untuk memastikan ia tidak longgar semasa beroperasi.
 - 2 PROPELLER SHAFT (ACI PROPELLER)**
Aci utama yang memegang propeller dan memindahkan putaran dari motor ke propeller.
 - 3 BELL / OUTER CASING (RUMAH LUAR)**
Melindungi komponen dalaman dan membantu dalam penyejukan motor melalui aliran udara.
 - 4 MAGNET (MAGNET)**
Magnet kekal yang dipasang pada rotor, menghasilkan medan magnet yang berinteraksi dengan stator untuk menghasilkan putaran.
 - 5 STATOR**
Mengandungi gegelung wayar kuprum yang menghasilkan medan magnet apabila arus elektrik mengalir.
 - 6 WINDINGS / COIL (GEGELUNG WAYAR)**
Wayar kuprum dililit pada stator. Apabila arus elektrik mengalir, ia menghasilkan medan magnet yang menggerakkan rotor.
 - 7 BEARING (GALAS)**
Mengurangkan geseran antara bahagian berputar dan stator, membolehkan putaran yang lancar dan efisien.
 - 8 MOTOR WIRES (WAYAR MOTOR)**
Menyalurkan arus elektrik dari ESC ke motor untuk mengawal kelajuan dan arah putaran.
 - 9 BASE / MOTOR MOUNT (DASAR / TAPAK MOTOR)**
Tapak untuk memasang motor pada rangka dron menggunakan skru.

FUNGSI UTAMA



MENUKAR TENAGA

Menukarkan tenaga elektrik daripada ESC kepada tenaga mekanikal (putaran) untuk memutar propeller.



MENJANA DAYA ANGKAT

Putaran propeller yang dihasilkan oleh motor membolehkan dron terbang dan dikawal.



KECEKAPAN TINGGI

Motor brushless direka untuk memberikan kecekapan tinggi, kuasa yang stabil dan tahan lama.



TIKID MUDAH ROSAK

Reka bentuk tanpa berus mengurangkan kehausan mekanikal dan memanjangkan jangka hayat motor.



NOTA PENTING

Pastikan motor bersesuaian dengan saiz, berat dan keperluan kuasa dron anda. Pemilihan motor yang tepat memastikan prestasi penerbangan yang optimum dan selamat.

KOMPONEN UTAMA ELECTRONIC SPEED CONTROLLER (ESC) DRON

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSINYA

1 OUTPUT KE MOTOR (3X WIRE)

Tiga wayar keluaran yang disambungkan ke motor brushless (U, V, W) untuk memutar motor mengikut arahan.

2 MOSFET (TRANSISTOR KUASA)

Komponen utama yang berfungsi sebagai suis elektronik berkelajuan tinggi untuk mengawal arus ke motor.

3 MIKROPENGAWAL (MCU)

Otak kepada ESC yang menerima isyarat daripada flight controller dan mengawal MOSFET untuk mengawal kelajuan motor.

4 KAPASITOR (CAPACITOR)

Menstabilkan voltan dan menapis gangguan elektrik bagi memastikan prestasi ESC yang stabil.

5 INPUT KUASA (POWER INPUT)

Wayar merah (+) dan hitam (-) yang disambungkan ke bateri LiPo untuk membekalkan kuasa kepada ESC.

6 PAD SOLDER / TERMINAL

Titik sambungan untuk wayar motor, bateri dan komponen lain yang dipateri pada ESC.

7 LED STATUS

Lampu penunjuk yang memberi maklumat status ESC seperti mod, ralat atau kalibrasi.

8 PERISIAN TEGAR (FIRMWARE)

Perisian terbina dalam ESC yang mengawal cara ESC beroperasi dan serasi dengan protokol komunikasi.

9 KABEL SIGNAL (SERVO WIRES) (GND / +5V / SIGNAL)

Wayar isyarat yang disambungkan ke flight controller untuk menerima arahan throttle dan data telemetry (jika disokong).

10 MOUNTING HOLE

Lubang pemasangan dengan getah penyerap getaran untuk memasang ESC pada rangka dron dengan selamat.

FUNGSI UTAMA ESC



KAWAL KELAJUAN MOTOR

Mengawal kelajuan motor brushless dengan cepat dan tepat berdasarkan arahan.



TUKAR ARUS ELEKTRIK

Menukar arus terus (DC) dari bateri kepada arus 3 fasa (AC) untuk memutar motor.



LINDUNGI SISTEM

Melindungi motor dan ESC daripada arus lebih, voltan rendah, terlalu panas dan litar pintas.



KOMUNIKASI

Berkomunikasi dengan flight controller melalui protokol seperti PWM, DShot, OneShot, dll.



PENYEBARAN HABA

Menyebarkan haba yang terhasil semasa operasi bagi mengekalkan prestasi optimum.



NOTA PENTING

Pastikan ESC dipasang dengan betul dan mempunyai pengaliran udara yang baik untuk elakkan terlalu panas. Gunakan ESC yang sesuai dengan spesifikasi motor dan bateri anda.

KOMPONEN UTAMA PROPELLER DRON

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSINYA

- 
- 1 BLADE (BILAH PROPELLER)**
Permukaan utama yang menghasilkan daya angkat untuk menerbangkan dron. Direka bentuk aerodinamik untuk kecekapan maksimum.
 - 2 LEADING EDGE (TEPI HADAPAN)**
Bahagian hadapan bilah yang memotong udara semasa putaran untuk menghasilkan daya angkat yang stabil.
 - 3 TRAILING EDGE (TEPI BELAKANG)**
Bahagian belakang bilah yang mengurangkan seretan udara dan meningkatkan kecekapan penerbangan.
 - 4 PITCH (KECERUNAN BILAH)**
Sudut kecondongan bilah yang menentukan jumlah daya angkat dan arah daya tujuhan.
 - 5 HUB (HUB TENGAH)**
Bahagian tengah yang menghubungkan bilah dengan motor. Menyalurkan daya putaran dengan stabil.
 - 6 TIP (HUJUNG BILAH)**
Hujung bilah yang direka untuk mengurangkan pusaran udara dan meningkatkan kecekapan serta kestabilan.
 - 7 AIRFOIL PROFILE (PROFIL AEROFOIL)**
Bentuk keratan rentas bilah seperti aerofoil pesawat untuk menghasilkan daya angkat yang optimum.
 - 8 BAHAN (MATERIAL)**
Diperbuat daripada bahan ringan dan tahan kuat seperti plastik komposit, karbon fiber atau nilon bertetulang.
 - 9 PENANDA ARAH PUTARAN**
Menunjukkan arah putaran (CW – Clockwise atau CCW – Counter Clockwise) untuk pemasangan yang betul pada motor.
 - 10 SAIZ PROPELLER**
Contoh: 1045 bermaksud 10 inci diameter x 4.5 inci pitch. Saiz mempengaruhi daya tujuhan dan kecekapan.

FUNGSI UTAMA PROPELLER



MENJANA DAYA ANGKAT

Menghasilkan daya angkat yang diperlukan untuk menerbangkan dron.



MENENTUKAN THRUST

Pitch dan saiz propeller menentukan jumlah daya tujuhan (thrust) yang dihasilkan.



MEMPENGARUHI PRESTASI

Propeller yang sesuai meningkatkan kecekapan, kestabilan dan masa penerbangan.



MENGURANGKAN BUNYI

Reka bentuk bilah yang baik dapat mengurangkan bunyi dan getaran semasa penerbangan.



KESELAMATAN & KESTABILAN

Propeller yang seimbang dan dipasang dengan betul memastikan penerbangan yang selamat dan stabil.



NOTA PENTING

- Pastikan propeller dipasang mengikut arah putaran yang betul (CW/CCW).
- Gunakan propeller yang sepadan dengan spesifikasi motor dan ESC.
- Periksa propeller secara berkala dan ganti jika terdapat kerosakan atau retakan.

KOMPONEN UTAMA KAMERA DRON

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSINYA

- 
- 1 Lensa (Lens)**
Memfokuskan cahaya yang masuk ke dalam kamera untuk menghasilkan imej atau video yang jelas dan tajam.
 - 2 SENSOR IMEJ (IMAGE SENSOR)**
Menerima cahaya melalui lensa dan menukarkannya kepada isyarat elektrik untuk membentuk imej atau video.
 - 3 GIMBAL (GIMBAL)**
Mekanisme penstabil 2 atau 3 paksi yang memastikan kamera kekal stabil dan tidak bergetar semasa penerbangan.
 - 4 EIS (ELECTRONIC IMAGE STABILIZATION)**
Teknologi penstabilan imej elektronik yang mengurangkan kesan gegaran dan pergerakan dron semasa rakaman.
 - 5 PENAPIS ND (ND FILTER)**
Mengurangkan jumlah cahaya yang masuk ke sensor untuk mengawal pendedahan dalam keadaan cahaya terang.
 - 6 PAPAN LITAR / PCB (PRINTED CIRCUIT BOARD)**
Memproses isyarat imej, mengawal fungsi kamera dan menghantar data ke pengawal penerbangan atau modul penghantaran video.
 - 7 PENYANGGA GETAH (VIBRATION DAMPER)**
Menyerap getaran dari rangka dron agar tidak menjejaskan kualiti rakaman.
 - 8 KABEL SAMBUNGAN (FLEX CABLE)**
Menghubungkan kamera dengan papan pengawal atau sistem penghantaran video untuk bekalan kuasa dan data.
 - 9 PERUMAH KAMERA (CAMERA HOUSING)**
Melindungi komponen dalam kamera daripada habuk, hentakan dan gangguan persekitaran semasa penerbangan.
 - 10 MODUL PENGHANTARAN VIDEO (VTX)**
Menghantar isyarat video secara wayarles ke gogal atau skrin pengguna secara masa nyata.

FUNGSI UTAMA KAMERA DRON



MERAKAM IMEJ DAN VIDEO

Merakam imej foto dan video berkualiti tinggi dari udara.



PENSTABILAN IMEJ

Gimbal dan EIS memastikan rakaman stabil dan lancar.



KAWALAN PENDEDAHAN

Penapis ND membantu mengekalkan pendedahan yang seimbang.



PENGHANTARAN VIDEO LANGSUNG

VTX menghantar video secara masa nyata ke gogal atau monitor.



KETAHANAN DAN PERLINDUNGAN

Perumah dan penyangga getah melindungi kamera daripada getaran dan kerosakan.



NOTA PENTING

- Pastikan lensa sentiasa bersih dan bebas daripada habuk atau cap jari.
- Periksa getah penyerap getaran secara berkala untuk memastikan penstabilan optimum.
- Gunakan penapis ND yang sesuai dengan keadaan cahaya untuk hasil rakaman terbaik.
- Simpan dan kendalikan kamera dengan berhati-hati bagi mengelakkan kerosakan.

KOMPONEN UTAMA GPS DRON

KOMPONEN UTAMA DAN FUNGSINYA

1 ANTENA GPS

Menerima isyarat satelit GPS dari sistem GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou) untuk menentukan kedudukan dron.

2 PENUTUP PELINDUNG

Melindungi antena dan modul dalam daripada habuk, air dan gangguan elektromagnet (EMI).

3 MODUL GPS (GNSS RECEIVER)

Komponen elektronik yang memproses isyarat satelit dan mengira data kedudukan, halaju dan masa dengan tepat.

4 PAPAN LITAR (PCB)

Litar elektronik yang menghubungkan modul GPS dengan flight controller untuk penghantaran data.

5 PENYANGGA / TIANG PEMASANGAN

Meninggikan antena supaya mendapat penglihatan yang lebih baik ke satelit tanpa halangan dari badan dron.

6 PENANDA ARAH (FRONT MARK)

Menunjukkan arah hadapan modul GPS untuk memastikan orientasi yang betul semasa pemasangan.

7 INTEGRATED COMPASS

Kompas digital terbina dalam untuk menentukan arah (heading) dron dan membantu kestabilan penerbangan.

8 PENYERAP GETARAN

Getah penyerap getaran yang mengurangkan kesan gegaran daripada motor/propeller supaya bacaan GPS lebih stabil dan tepat.

9 KABEL SAMBUNGAN

Menghantar kuasa (5V) dan data (USART / I2C) antara modul GPS dengan flight controller.

10 PANGKAL PEMASANGAN

Tapak pemasangan yang kukuh untuk mengikat modul GPS pada rangka dron.

FUNGSI UTAMA GPS DRON



PENENTUAN KEDUDUKAN

Menentukan kedudukan geografi dron dengan tepat (latitude, longitude & altitude).



NAVIGASI & PELAYARAN

Membolehkan dron terbang secara automatik ke waypoint yang telah ditetapkan.



RETURN TO HOME (RTH)

Membantu dron kembali secara automatik ke titik home apabila diperlukan atau bateri rendah.



PENENTUAN HALAJU DAN ARAH

Memberi maklumat halaju dan arah pergerakan untuk kawalan yang lebih stabil dan tepat.



RAKAMAN DATA PENERBANGAN

Merekod data penerbangan seperti laluan, ketinggian dan jarak untuk analisis dan telemetry.



NOTA PENTING

- Pastikan antena GPS dipasang di bahagian tertinggi dan jauh daripada sumber gangguan.
- Elakkan memasang berhampiran kabel kuasa berarus tinggi atau komponen yang menghasilkan EMI.
- Pastikan pandangan langit (sky view) terbuka untuk mendapatkan isyarat satelit yang optimum.



2.0

PERATURAN DAN UNDANG-UNDANG (MALAYSIA)



2.1

PIHAK BERKUASA PENERBANGAN AWAM MALAYSIA (CAAM)





Pengenalan kepada CIVIL AVIATION DIRECTIVE (CAD) 6011



APA ITU CAD 6011?



Civil Aviation Directive (CAD) 6011

ialah garis panduan rasmi yang dikeluarkan oleh

Civil Aviation Authority of Malaysia (CAAM)



bagi mengawal selia operasi dron atau
Unmanned Aircraft System (UAS) di Malaysia.



CAD 6011 memastikan setiap operasi dron dijalankan secara bertanggungjawab, selamat dan mengikut peraturan yang ditetapkan demi keselamatan semua.



TUJUAN CAD 6011

CAD 6011 bertujuan untuk memastikan operasi dron dijalankan secara selamat, bertanggungjawab dan mematuhi peraturan penerbangan awam di Malaysia.



01



MEMASTIKAN KESELAMATAN RUANG UDARA

Memastikan ruang udara Malaysia selamat untuk semua pengguna dengan mengurangkan risiko kemalangan dan insiden berkaitan dron.

02



MENGAWAL OPERASI DRON SECARA SELAMAT DAN SAH

Mengawal selia semua operasi dron agar dijalankan mengikut peraturan yang ditetapkan dengan cara yang selamat dan sah.

03



MELINDUNGI ORANG AWAM DAN HARTA BENDA

Melindungi keselamatan orang awam serta harta benda di daratan dan di udara daripada risiko yang ditimbulkan oleh operasi dron.

04



MENGELAKKAN GANGGUAN TERHADAP PESAWAT BERAWAK

Mengelakkan gangguan terhadap operasi pesawat berawak dan sistem navigasi bagi memastikan kelancaran dan keselamatan penerbangan.

05



MENETAPKAN SYARAT OPERASI DRON REKREASI DAN KOMERSIAL

Menetapkan syarat dan keperluan bagi operasi dron rekreasi dan komersial selaras dengan tahap risiko dan tujuan operasi.



KESELAMATAN ADALAH KEUTAMAAN,
PATUHI PERATURAN, TERBANG DENGAN BERTANGGUNGJAWAB.





KEPENTINGAN CAD 6011



CAD 6011 membantu memastikan penggunaan dron di Malaysia dilakukan secara:



SELAMAT

Mengutamakan keselamatan pengguna, orang awam dan ruang udara.



01



BERTANGGUNGJAWAB

Menggalakkan pengguna dron untuk bertindak secara bertanggungjawab dan beretika.



02



TERKAWAL

Memastikan setiap operasi dron dikawal selia dan mengikuti garis panduan yang ditetapkan.



03



MEMATUHI UNDANG-UNDANG PENERBANGAN AWAM

Memastikan semua operasi dron mematuhi undang-undang dan peraturan penerbangan awam Malaysia.



04

CAD 6011 memastikan penggunaan dron di Malaysia selamat, bertanggungjawab, terkawal dan mematuhi undang-undang penerbangan awam.



RINGKASAN CAD 6011

CAD 6011 merupakan peraturan penting dalam industri dron Malaysia bagi memastikan keselamatan penerbangan dan penggunaan dron yang profesional serta beretika.

2.2 ZON LARANGAN TERBANG

≡ *(No-Fly Zones)* ≡



Zon Larangan Terbang (*No-Fly Zones*) ialah kawasan yang tidak dibenarkan atau mempunyai sekatan untuk operasi dron bagi menjaga keselamatan penerbangan dan keselamatan negara.

Contoh Kawasan Sensitif di Malaysia

Kawasan	Sebab Larangan
 Lapangan Terbang	Mengelakkan gangguan kepada pesawat berawak
 Pangkalan Tentera	Keselamatan dan operasi pertahanan negara
 Putrajaya	Kawasan pentadbiran dan keselamatan kerajaan
 Istana & Kawasan Rasmi	Keselamatan VIP dan acara rasmi
 Helipad Hospital	Laluan kecemasan helikopter
 Kawasan Acara Besar	Keselamatan orang awam

Cara Menyemak No-Fly Zone



1.

Semak Aplikasi Drone

Gunakan aplikasi rasmi seperti:



DJI Fly



DJI GO



AirMap



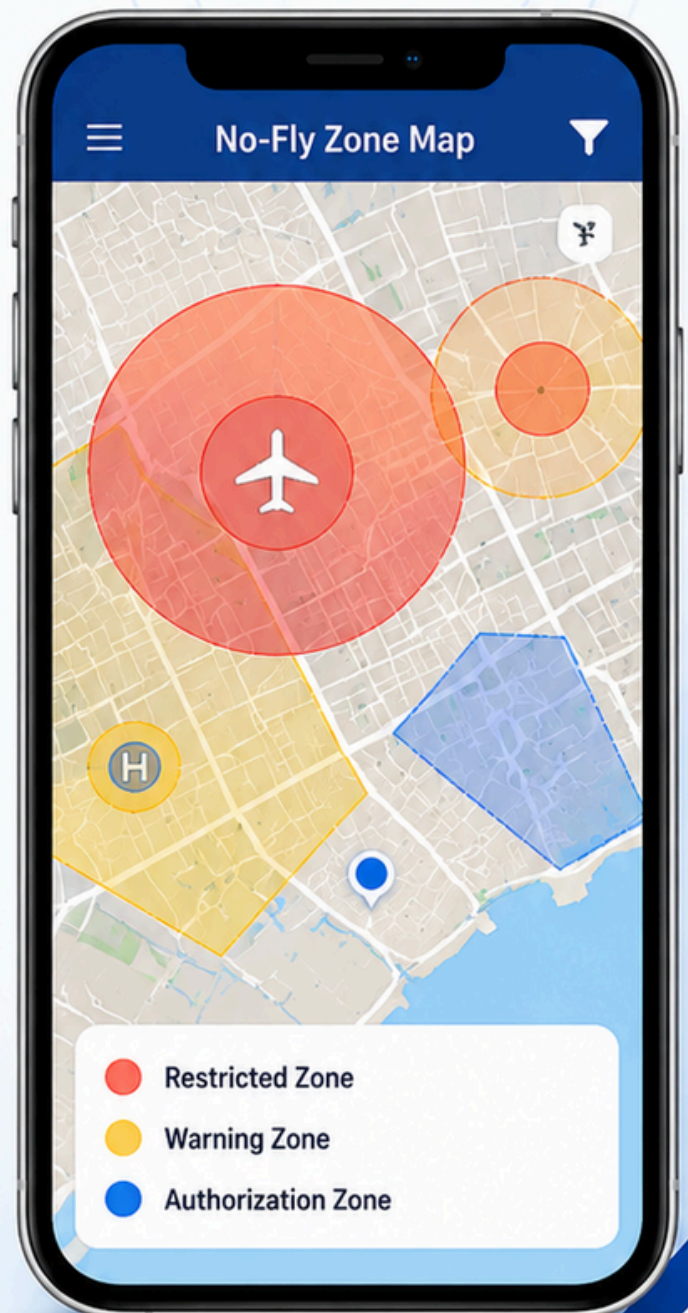
OpenSky

Aplikasi akan menunjukkan:

✓ **Zon merah** (larangan)

✓ **Zon amaran**

✓ **Kawasan terhad**



2. Rujuk CAAM

Semak maklumat terkini melalui:

**Civil Aviation Authority
of Malaysia (CAAM)**



3. Semak NOTAM

NOTAM (Notice to Airmen)
memberi maklumat:



Sekatan sementara
ruang udara



Aktiviti penerbangan khas



Kawasan operasi tertentu



Risiko Jika Melanggar **No-Fly Zone**



Denda dan
tindakan
undang-undang



Rampasan dron



Risiko kecelakaan
udara



Gangguan operasi
keselamatan
negara



Ringkasan

“

Operator dron perlu sentiasa menyemak **zon larangan terbang** sebelum penerbangan bagi memastikan operasi dilakukan secara selamat, sah dan mematuhi peraturan **CAAM**.

”



2.3

PERMIT & LESEN DRON DI MALAYSIA





PENGUNAAN REKREASI (HOBI)



Biasanya **TIDAK** memerlukan
permit JUPEM jika:



Digunakan untuk hobi atau rekreasi



Tidak melibatkan pemetaan atau
pengumpulan data ukur



Terbang di kawasan yang dibenarkan



Mematuhi CAD 6011
dan peraturan CAAM



NAMUN MASIH PERLU:



**Mematuhi
zon larangan terbang**



**Menjaga
had ketinggian penerbangan**



**Tidak membahayakan
orang awam atau
pesawat lain**





KEPERLUAN CAAM & JUPEM MENGIKUT AKTIVITI

 AKTIVITI	 CAAM	 JUPEM
 Hobi/Rekreasi	 Pematuhan asas	 Tidak perlu
 Fotografi Komersial	 Perlu	 Bergantung lokasi
 Pemetaan Udara	 Perlu	 Perlu
 Survey Tapak Pembinaan	 Perlu	 Perlu
 Kandungan Media Sosial	 Bergantung operasi	 Biasanya tidak





RISIKO

JIKA TIADA PERMIT



Tindakan
undang-undang



Denda
atau saman



Rampasan
dron



Operasi
dihentikan





RINGKASAN

“

Penggunaan dron secara **rekreasi** biasanya **lebih mudah** dan **tidak memerlukan permit khas**, manakala penggunaan **komersial** dan **pemetaan** memerlukan kelulusan **CAAM** serta permit **JUPEM** bagi memastikan operasi dilakukan secara **sah dan selamat**.



REKREASI



KOMERSIAL



PEMETAAN





LESEN DRON DI MALAYSIA

Lesen dron ialah kelulusan atau sijil yang diperlukan untuk mengendalikan dron secara sah, khususnya bagi operasi komersial atau profesional di Malaysia.



SAH

Mengendalikan dron secara sah



PROFESIONAL

Untuk operasi komersial atau profesional



SELAMAT

Memastikan operasi yang selamat



DIKELUARKAN OLEH



**CIVIL AVIATION
AUTHORITY OF MALAYSIA
(CAAM)**





BILA LESEN DIPERLUKAN?



Biasanya diperlukan untuk:



01

Operasi komersial dron



02

Fotografi & videografi profesional



03

Pemetaan udara



04

Pemeriksaan bangunan & infrastruktur



05

Pertanian pintar



06

Operasi industri dan syarikat





JENIS LESEN / PENSIJILAN

JENIS	KEGUNAAN
 Remote Pilot Certificate of Competency (RCoC)	 Operasi dron profesional
 Remote Pilot Training Certificate	 Latihan asas pengendalian dron
 UAS Operator Approval	 Kelulusan operasi syarikat/organisasi



SYARAT UMUM MENDAPATKAN LESEN

01



Menghadiri latihan
dron yang diiktiraf



02



Lulus ujian teori
dan praktikal



03



Memahami
CAD 6011



04



Mematuhi peraturan
keselamatan
penerbangan



— RISIKO —

OPERASI TANPA LESEN

01

Tindakan undang-undang

02

Denda atau saman

03

Operasi dihentikan

04

Risiko keselamatan penerbangan

PERATURAN DAN UNDANG-UNDANG

(SANGAT PENTING)

- **Ramai pemula terlepas pandang** bahagian ini.
- **Akta Penerbangan Awam:**
Peranan pihak berkuasa seperti CAAM (Civil Aviation Authority of Malaysia).
- **Zon Larangan Terbang:**
Kawasan berhampiran lapangan terbang, pangkalan tentera, dan kawasan larangan privasi.
- **Had Ketinggian:**
Mengapa dron biasanya dihadkan sehingga 400 kaki (120 meter) sahaja.

PERATURAN DI MALAYSIA

01

- Dipantau oleh CAAM (MCAR 2016) & MCMC

02

- Had ketinggian ≤ 400 ft (120m)

03

- Jarak selamat ≥ 10 km dari lapangan terbang

04

- Kerja komersial memerlukan autorisasi CAAM

05

- Mesti kekalkan VLOS (Visual Line of Sight)

06

- Dilarang menjatuhkan objek

07

- Operasi khas: CAD 6011 (Pertanian),
Garis Panduan Spektrum MCMC

UNDANG-UNDANG

Segala peraturan dan operasi dron dikawal oleh **Peraturan- Peraturan Penerbangan Awam 2016 (MCAR 2016-Akta 140-144)** di bawah pengawasan Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (**CAAM**). Antara peraturan yang dikeluarkan oleh Pihak Berkuasa Penerbangan Awam Malaysia (**CAAM**) meliputi pihak syarikat, pengguna individu dan agensi kerajaan boleh diakses di laman web rasmi **CAAM-<https://www.caam.gov.my/>**.

PERATURAN

140

01



- Tidak boleh menerbangkan dron dalam ruang udara kelas A, B, C dan G

02



- Tidak boleh menerbangkan dron dalam Kawasan Aerodrome (lingkungan 9,26 dari lapangan terbang)

03



- Tidak boleh terbang lebih dari 400 kaki (120 mtr) dari paras permukaan bumi

04



- Menggugurkan objek atau haiwan dari udara

05



- Kebenaran penerbangan diperlukan dari Ketua Pegawai Eksekutif CAAM

PERATURAN

141



PEMBINAAN



PERTANIAN



PEMERIKSAAN

- Tidak dibenarkan membuat sebarang kerja udara (*aerial work*) tanpa kebenaran Ketua Pegawai Eksekutif CAAM



PERATURAN

142



- Menerbangkan dron dan mengekalkan hubungan visual tanpa bantuan alat (Visual Line Of Sight VLOS)



PERATURAN 143



- Tidak boleh terbang dalam jarak **50 meter** dari mana mana kapal, kenderaan, atau struktur yang tidak berada di bawah kawalan orang yang bertanggungjawab terhadap penerbangan itu



- Jarak **30 meter** semasa take off / landing dari orang ramai



- Tidak boleh terbang kurang dari jarak **150 meter** dari mana mana kawasan perumahan, komersil, rekreasi atau perindustrian



- Tidak boleh terbang melintasi perhimpunan orang ramai melebihi **100 orang**

PERATURAN 144



- Kebenaran dari Ketua Eksekutif CAAM diperlukan sekiranya menerbangkan dron lebih dari **20kg** tanpa bahan api



KELAS RUANG UDARA MALAYSIA

KELAS		KETERANGAN	KAWALAN TRAFIK UDARA
CLASS A		Digunakan untuk penerbangan komersial beraltitud tinggi	 Kawalan penuh ATC
CLASS B		Ruang udara sibuk dengan campuran penerbangan	 Kawalan penuh ATC
CLASS C		Kawasan trafik sederhana tinggi	 Semua penerbangan dikawal
CLASS D		Sekitar lapangan terbang tertentu	 Kawalan ATC diperlukan
CLASS E		Ruang udara terkawal sebahagian	 Kawalan untuk IFR
CLASS F		Ruang udara nasihat (jarang digunakan)	 Advisory service
CLASS G		Ruang udara tidak terkawal	 Tiada kawalan penuh ATC

RINGKASAN

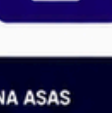
Lesen dron membantu memastikan operator mempunyai **kemahiran, pengetahuan** dan **kesedaran keselamatan** untuk mengendalikan dron secara **profesional, sah** dan **selamat** di Malaysia.





GLOSARI

Senarai istilah dan maksud ringkas berkaitan teknologi dron yang digunakan dalam e-book Kursus Asas Dron ini.

	DRON	Kenderaan udara tanpa pemandu (UAV) yang dikawal dari jauh atau terbang secara autonomi menggunakan sistem kawalan dan navigasi.
	UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	Singkatan kepada <i>Unmanned Aerial Vehicle</i> , merujuk kepada sebarang sistem udara yang tidak mempunyai juruterbang di dalamnya.
	GPS (Global Positioning System)	Sistem satelit global yang digunakan untuk menentukan lokasi, ketinggian, halaju dan masa dengan ketepatan tinggi.
	KAMERA (Payload)	Peranti rakaman imej atau video yang dipasang pada dron untuk tujuan fotografi, pemeriksaan atau pemetaan.
	BATERI LiPo (Lithium Polymer)	Jenis bateri ringan berprestasi tinggi yang biasa digunakan dalam dron kerana ketumpatan tenaga yang tinggi.
	RC (Remote Controller)	Alat kawalan jauh yang digunakan untuk mengendalikan pergerakan dan fungsi dron secara manual.
	FAILSAFE	Fungsi keselamatan automatik yang mengarahkan dron kembali ke titik asal atau mendarat dengan selamat sekiranya kehilangan isyarat atau ralat sistem.
	WAYPOINT	Titik koordinat yang telah ditetapkan terlebih dahulu dalam perisian penerbangan untuk membolehkan dron terbang mengikut laluan yang dirancang.
	GEOFENCE	Sempadan maya yang ditetapkan pada peta digital untuk had kawasan operasi dron bagi tujuan keselamatan dan pematuhan.
	SD CARD	Kad memori yang digunakan untuk menyimpan data seperti foto, video, log penerbangan dan peta dalam dron.





RUJUKAN

Senarai rujukan berikut digunakan sebagai sumber utama dan sokongan dalam penyediaan kandungan e-book Kursus Asas Dron ini.

01

Civil Aviation Authority Malaysia (CAAM). (2023). *Civil Aviation Directives (CAD) 6011 – Unmanned Aircraft Systems*.

02

Department of Civil Aviation Malaysia (DCA). (2022). *Malaysian UAS Regulations 2022*.

03

Federal Aviation Administration (FAA). (2021). *Remote Pilot – Small Unmanned Aircraft Systems Study Guide*.

04

European Union Aviation Safety Agency (EASA). (2021). *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulation (EU) 2019/947)*.

05

Shakhatreh, H., Sawalmeh, A., Al-Fuqaha, A., Dou, Z., Almaita, E., & Khalil, I. (2019). *Unmanned aerial vehicles (UAVs): A survey on civil applications and key research challenges*. *IEEE Access*, 7, 48572–48634.

06

Groves, P. D. (2018). *Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems* (2nd ed.). Artech House.

07

Colomina, I., & Molina, P. (Eds.). (2014). *Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review*. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79–97.

08

Turner, D., Lucieer, A., & Watson, C. (2012). An automated technique for generating accurate georectified mosaics from ultra-high resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery, based on structure from motion (SfM) point clouds. *Remote Sensing*, 4(5), 1392–1410.

09

Pix4D. (2023). *Pix4Dmapper User Guide*.

10

DJI. (2023). *DJI Mavic 3 Enterprise Series User Manual*.





BIODATA PENULIS



Yuhani Binti Jamian

PUAN YUHANI BINTI JIMIAN (JAMI'AN) merupakan Pensyarah Utama di Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Melaka. Beliau berpengalaman dalam bidang TVET, teknologi bangunan, Industrialised Building System (IBS), teknologi dron, QCLASSIC, penyelidikan, inovasi serta latihan profesional. Beliau memiliki pensijilan Sijil Kemahiran Malaysia (SKM) Pengendali Dron dan Certified QCLASSIC Assessor. Selain aktif menerajui kolaborasi industri, latihan kompetensi dan perkhidmatan konsultansi, beliau turut mengetuai pembangunan DronMonitiX Solution, iaitu penyelesaian pemantauan bangunan berasaskan teknologi dron. Melalui penerbitan Buku Asas Drone Jilid 1, beliau berharap dapat menyumbang bahan rujukan yang praktikal dan mudah difahami bagi memperkukuh pengetahuan serta kompetensi pengendalian dron dalam kalangan pelajar, pendidik dan pengamal industri.



Shahrin Nazida Binti Salleh

Shahrin Nazida binti Salleh merupakan pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Melaka yang berpengalaman dalam bidang Kejuruteraan Awam, Teknologi pembinaan dan TVET. Beliau aktif dalam pengajaran, penyelidikan dan inovasi, khususnya berkaitan aplikasi teknologi dron, kejuruteraan sivil, penyelesaian dalam industri pembinaan. Beliau memiliki pensijilan Sijil Kemahiran Malaysia (SKM) Pengendali Dron dan Certified QCLASSIC Assessor. Melalui penerbitan Buku Asas Pengendalian Drone ini, penulis berharap dapat menyediakan bahan rujukan yang praktikal dan mudah difahami bagi memenuhi pengajar, pendidik dan pengamal industri mengenai asas pengoperasian dron secara selamat, cekap dan beretika.



Mohd Halid Bin Abu

EN MOHD HALID BIN ABU merupakan Ketua Jabatan, Jabatan Kejuruteraan Awam, Politeknik Melaka. Beliau berpengalaman dalam bidang TVET, teknologi pembinaan, pengajaran subjek, Industrialised Building System serta reka bentuk struktur. Beliau turut aktif dalam pelaksanaan program pembangunan kompetensi, kolaborasi bersama industri dan penyediaan projek berkaitan teknologi pembinaan. Sebagai pembeli khidmat pakar Asas Pengendalian Dron Jilid 1, beliau berharap penerbitan ini dapat menjadi rujukan yang bermanfaat untuk memperkasa ilmu pengendalian dron secara sistematik, selamat dan berkesan kepada pelajar, pendidik serta pengamal industri.

eISBN 978-629-7678-17-7



9 786297 678177

