

PEMANFAATAN LARGE LANGUAGE MODELS CHATGPT-4 UNTUK KONTROL DRONE: STUDI KASUS DJI TELLO

Edi Sofyan

¹⁾Jurusan Teknik Dirgantara
Sekolah Tinggi Teknologi
Kedirgantaraan (STTKD)
edi.sofyan@sttkd.ac.id

Article history:

Received 20th of February, 2024

Revised 8th of March, 2024

Accepted 14th of March, 2024

Abstract

This study explores the potential of using ChatGPT-4, a Large Language Model (LLM) from OpenAI, for creating flight trajectories for drones. The primary focus is on the DJI Tello drone, which is controlled through Python code to execute various flying commands. Unlike traditional approaches that involve direct programming in Python, this research utilizes ChatGPT-4 to automatically generate Python computer programs capable of instructing the drone. Results indicate ChatGPT-4's intriguing capability to produce the necessary code for flying the drone according to given commands. This suggests that LLMs like ChatGPT-4 can be employed to determine drone flight trajectories using human language, facilitating ease of use compared to traditional computer programming languages.

Keywords: LLM, ChatGPT, Drone DJI Tello, UAV, AI-assisted control, prompt engineering, Python

Pendahuluan

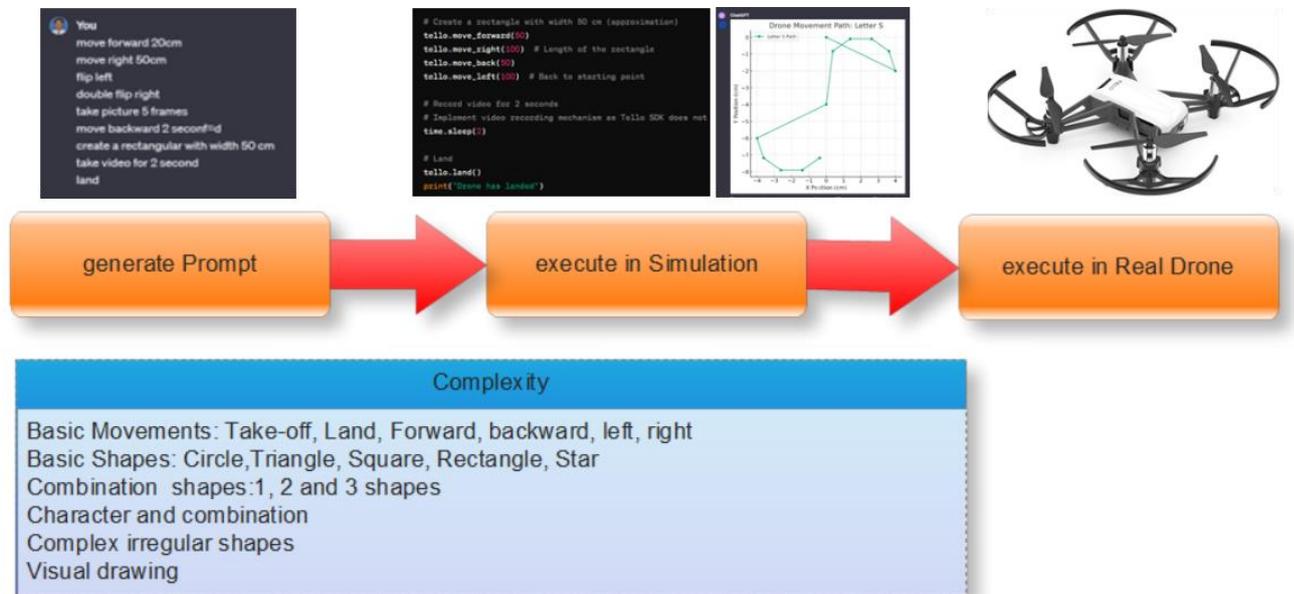
Dalam era teknologi yang berkembang pesat, penggunaan drone telah mengalami transformasi signifikan, menjadi alat penting dalam berbagai aplikasi mulai dari survei fotografi udara hingga implementasi di sektor pertanian dan manajemen respons darurat. Di antara berbagai inovasi, DJI Tello, hasil kolaborasi antara DJI, Intel, dan Ryze Tech, mendapat perhatian khusus karena kemudahannya, yang tidak hanya memudahkan penggunaan dalam pendidikan dan fotografi udara untuk pemula tetapi juga menawarkan performa yang mengesankan melalui prosesor gambar canggih dan stabilisasi gambar elektronik. Lebih jauh, kapabilitas pemrograman drone melalui DroneBlocks, Python dan Matlab menyediakan platform yang memungkinkan pengguna untuk mempelajari dasar-dasar pemrograman, menjadikan DJI Tello bukan hanya perangkat rekreasi namun juga alat pendidikan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kemampuan unik DJI Tello dalam menggali potensi navigasi yang diperkuat oleh AI, terutama melalui penggunaan ChatGPT-4, untuk memperkaya pemahaman kita mengenai integrasi teknologi AI-LLM ini dalam aplikasi praktis drone.

Kemajuan dalam Kecerdasan Buatan (AI) telah memulai sebuah era baru dalam pengembangan dan operasionalisasi teknologi drone, khususnya dalam aspek sistem navigasi dan kontrol. Model AI, termasuk ChatGPT, telah merevolusionerkan paradigma operasional drone, mengizinkan tingkat fleksibilitas dan kontrol yang belum pernah ada sebelumnya dengan memungkinkan perintah dalam bahasa manusia. Dengan demikian, ini menandai langkah besar dari metode tradisional yang bergantung pada pemrograman manual atau kontrol langsung, menuju kemungkinan operasi otonom penuh dengan adaptabilitas yang meningkat. Melalui penerapan berbagai iterasi ChatGPT-4 dan pengembangan model GPT kustom, penelitian ini mengeksplorasi bagaimana alat-alat AI ini dapat meningkatkan efisiensi dalam perencanaan jalur, penghindaran hambatan, dan interaksi dengan lingkungan, mendorong pergeseran menuju penggunaan kendaraan udara tak berawak yang sepenuhnya otonom.

Penelitian ini mengkaji penggunaan ChatGPT-4 untuk kontrol dan navigasi trajektori drone secara efektif. Melalui serangkaian tes di lingkungan simulasi dan uji terbang di lapangan, kami menilai bagaimana kekuatan intrinsik ChatGPT-4, dengan kemampuan pemrosesan bahasa alami, memfasilitasi interaksi yang intuitif dan fleksibel antara operator dan drone. Penelitian ini tidak hanya berusaha menunjukkan kelayakan penggunaan ChatGPT untuk kontrol lintasan drone tetapi juga

keunggulannya dalam mengatasi kondisi penerbangan yang dinamis dan tidak dapat diprediksi, menawarkan wawasan ke arah potensi pemanfaatan ChatGPT dan teknologi serupa sebagai alat praktis yang dapat merevolusi navigasi drone dan memperluas kemampuan operator dalam merancang lintasan tanpa perlu menguasai bahasa pemrograman secara mendalam.

Metode Penelitian



Gambar 1. Alur eksperimen yang dilakukan dalam menentukan kapabilitas LLM chatGPT dalam menerbangkan drone DJI Tello

Metodologi yang diadopsi dalam penelitian ini dirancang untuk menguji kapabilitas Large Language Models (LLM), khususnya ChatGPT-4, dalam mengontrol dan menavigasi drone DJI Tello. Pendekatan eksperimental ini terbagi menjadi tiga tahap utama: generasi prompt oleh LLM ChatGPT-4, generasi kode komputer, dan eksekusi penerbangan oleh drone DJI Tello.

Generasi Prompt oleh LLM ChatGPT

Tahap awal melibatkan pengembangan prompt yang akan digunakan untuk memicu respons yang diinginkan dari ChatGPT. Tujuannya adalah untuk merancang perintah yang jelas, ringkas, dan disesuaikan yang memungkinkan ChatGPT untuk menghasilkan program komputer yang efektif untuk mengontrol drone. Dalam konteks ini, digunakan perintah dasar yang tidak memerlukan rekayasa perintah yang lebih rumit, meskipun penggunaan teknik prompt Engineering dikenali sebagai area yang memerlukan penyelidikan lebih lanjut.

Generasi Kode Komputer oleh LLM ChatGPT

Selanjutnya, LLM ChatGPT bertanggung jawab untuk menghasilkan kode dalam bahasa pemrograman Python berdasarkan prompt yang diberikan. Kode yang dihasilkan kemudian menjalani proses verifikasi kebenaran secara manual oleh pengembang untuk memastikan kesesuaiannya dengan fungsi yang diharapkan dari program drone DJI Tello. Pemeriksaan manual ini krusial untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan atau ketidaksesuaian potensial, memastikan pengembangan program yang andal dan fungsional.

Eksekusi Penerbangan oleh Drone DJI Tello

Langkah terakhir melibatkan penerapan kode yang dihasilkan pada drone DJI Tello untuk mengobservasi perilaku dan fungsionalitasnya. Tahap ini memungkinkan untuk penyempurnaan dan

pengembangan lebih lanjut, memberikan peluang pembelajaran mengenai efektivitas ChatGPT dalam menghasilkan kode yang akurat untuk navigasi dan kontrol drone.

Eksperimen dilakukan dalam lima kategori: perintah dasar gerakan drone, perintah bentuk dasar, perintah huruf alfabet, perintah dalam bentuk visual/gambar, dan perintah bentuk kompleks. Analisis hasil dilakukan dengan menjalankan prompt yang dibuat oleh ChatGPT di Python Visual Studio dan mengamati gerakan yang dihasilkan serta melaksanakan program pada drone DJI Tello untuk memverifikasi kesesuaian perilaku terbang dengan perintah yang diberikan.

1. Drone DJI Tello

DJI Tello, produk dari DJI yang terkenal dengan desainnya yang ringkas dan fitur yang ramah pengguna, menawarkan solusi entry-level untuk penggunaan drone. Dengan berat total 80 gram, termasuk propeler dan baterai, drone ini memperlihatkan portabilitas yang luar biasa. Dimensi DJI Tello, yaitu 98mm x 92.5mm x 41mm, menegaskan kompaknya desain drone ini. Dilengkapi dengan propeler berukuran 3 inci, DJI Tello memiliki fitur built-in yang meliputi pencari jarak, barometer, LED, sistem penglihatan, dan Wi-Fi 2.4 GHz 802.11n, yang semuanya meningkatkan fungsionalitas serta kemudahan penggunaan. DJI Tello mampu mencapai jarak maksimum 100 meter dengan kecepatan maksimum 8 meter per detik, dan waktu terbang maksimum 13 menit dalam kondisi optimal, dengan ketinggian penerbangan maksimum 30 meter, menawarkan keseimbangan antara kinerja dan kemudahan penggunaan.

2. Prompt Generator

ChatGPT, dikembangkan oleh OpenAI, merupakan model generasi bahasa berbasis arsitektur *deep learning* yang revolusioner. Dari versi awal hingga ChatGPT-4, model ini telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan pengelolaan parameter dari ratusan ribu hingga lebih dari 175 miliar parameter. Peningkatan ini memungkinkan ChatGPT untuk menghasilkan teks yang lebih akurat, kontekstual, dan nuansa yang lebih halus dalam komunikasi. Khususnya, ChatGPT-4 menawarkan peningkatan performa yang signifikan dalam tugas penulisan dan pemrograman, menghasilkan teks yang 40% lebih koheren dan relevan dibandingkan dengan versi sebelumnya, serta memproses permintaan dengan kecepatan yang lebih tinggi, mencapai peningkatan efisiensi waktu hingga 50% dalam beberapa kasus pengujian. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan Custom GPT, dimana *history* prompt sebelumnya dijadikan kumpulan data yang digunakan dalam memberikan jawaban

3. Python code untuk menggerakkan drone

Python, bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dirancang untuk mudah dibaca dan ditulis, sangat ideal untuk pengembangan aplikasi drone, khususnya DJI Tello, berkat kemudahan penggunaannya dan dukungan komunitas yang luas. Library `djitellopy`, contoh dari pustaka yang memungkinkan integrasi mudah antara Python dan DJI Tello, menyediakan serangkaian fungsi yang telah ditentukan untuk mengendalikan drone, mulai dari perintah dasar hingga manuver yang lebih kompleks. Python mendukung pengembangan program yang efisien dan ringkas, memungkinkan pengembang untuk menulis kode dengan lebih sedikit baris dibandingkan dengan bahasa pemrograman lain, meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu pengembangan.

Dalam penggunaan Python untuk DJI Tello, perintah dasar termasuk `takeoff` dan `land` yang memulai dan mengakhiri sesi penerbangan, serta `move_up`, `move_down`, `move_forward`, `move_back`, `rotate_clockwise`, dan `rotate_counter_clockwise` untuk manuver dasar. Python memudahkan pengembangan program dengan struktur kode yang intuitif dan kemampuan untuk menangani kompleksitas tugas secara efisien. Sejak diperkenalkannya Tello, telah terjadi peningkatan signifikan dalam kemampuan pemrograman drone dengan Python. Dengan komunitas pengembang yang terus berkembang, terdapat potensi peningkatan jumlah proyek yang terkait dengan drone di GitHub, yang

telah melihat peningkatan hingga 60% dalam proyek yang terkait dengan Python dan drone sejak tahun lalu. Ke depannya, perkembangan teknologi dan algoritma dalam Python, seperti pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan, diharapkan akan memperluas kemampuan pemrograman drone, membuka kemungkinan-kemungkinan baru dalam otomatisasi dan aplikasi drone yang canggih.

4. Pengujian terbang Drone

Pengujian terbang menggunakan drone DJI Tello, yang diprogram melalui bahasa Python, menandai kemajuan penting dalam interaksi antara manusia dan teknologi kendaraan udara tak berawak (UAV). Instalasi perpustakaan DJI Tello, yang dapat dilakukan melalui pengelola paket Python pip, memudahkan pengembang untuk memulai pengembangan aplikasi drone mereka. Proses konfigurasi awal melibatkan pembentukan koneksi Wi-Fi antara drone dan komputer, yang menyediakan saluran komunikasi esensial untuk pengiriman perintah pemrograman.

Operasi dasar, termasuk lepas landas dan mendarat, serta manuver navigasi, membentuk dasar dari pemrograman drone yang efektif dan efisien. Pengelolaan aliran video—mengaktifkan dan mematikan streaming—menambahkan dimensi interaktivitas, memungkinkan pengguna untuk memperoleh perspektif visual dari drone secara real-time. Hal ini membuka potensi untuk aplikasi seperti pengawasan dan pemetaan.

Pengembangan skrip yang lebih kompleks untuk menjalankan misi tertentu atau navigasi otomatis menunjukkan pergeseran paradigma menuju penggunaan drone yang proaktif, di mana drone dapat melakukan tugas berdasarkan algoritma canggih tanpa perlu intervensi manual yang konstan. Ini tidak hanya menunjukkan kemajuan dalam pemrograman drone tetapi juga dalam pemahaman kita tentang otomasi dan aplikasi teknologi cerdas.

Penerbangan DJI Tello menggunakan perpustakaan DJI Tello di Python memungkinkan penggemar dan pengembang untuk memprogram drone secara interaktif dan fleksibel. Langkah pertama dalam pemrograman DJI Tello adalah memastikan koneksi Wi-Fi antara drone dan komputer Anda. Setelah terhubung, perintah `connect()` digunakan untuk memulai komunikasi dengan drone melalui skrip Python Anda. Perintah dasar seperti `takeoff()` dan `land()` memungkinkan drone untuk lepas landas dan mendarat, sementara perintah lain seperti `move_up()`, `move_down()`, `move_forward()`, `move_back()`, `rotate_clockwise()`, dan `rotate_counter_clockwise()` memungkinkan manuver dasar.

Perpustakaan DJI Tello juga menyediakan fungsionalitas untuk streaming video, yang dapat diaktifkan dan dinonaktifkan dengan perintah seperti `streamon()` dan `streamoff()`, memungkinkan visualisasi real-time dari perspektif drone. Setelah terbiasa dengan perintah dasar, pengembang dapat menulis skrip yang lebih kompleks untuk menjalankan misi yang lebih rumit, termasuk manuver yang telah diprogram sebelumnya, navigasi otomatis, atau bahkan penggunaan teknologi penglihatan komputer untuk deteksi objek atau pemetaan.

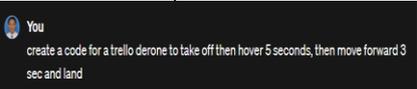
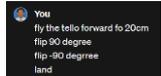
Pengujian terbang drone DJI Tello ini menyoroti bagaimana perpustakaan DJI Tello dan Python dapat digunakan untuk memfasilitasi pemrograman drone yang fleksibel dan interaktif, menunjukkan kemajuan signifikan dalam kemampuan pemrograman drone serta potensi aplikasi baru yang diperluas oleh teknologi ini.

Hasil dan Pembahasan

Eksperimen ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan drone DJI Tello dalam memahami dan mengikuti perintah yang diberikan menggunakan bahasa manusia melalui ChatGPT. Eksperimen dibagi menjadi lima kategori: perintah dasar gerakan drone, perintah bentuk dasar, perintah huruf alfabet, perintah dalam bentuk visual/gambar, dan perintah bentuk kompleks.

1. Perintah dasar gerakan drone

ChatGPT-4 berhasil menginstruksikan DJI Tello untuk melakukan perintah dasar seperti takeoff, hover, maju, flip, dan mendarat. Meskipun terdapat kesalahan ketik dalam prompt, ChatGPT-4 mampu memahami dan menghasilkan kode Python yang dapat dieksekusi oleh drone dengan akurat.

Prompt	Berhasil?	Hasil
<p><i>create a code for a trello derone to take off then hover 5 seconds, then move forward 3 sec and land</i></p> 	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • chatGPT mengerti prompt yang diberikan dan me-list 5 langkah yang akan dilakukan. Selain itu program python yang diberikan pun dapat dieksekusi oleh drone dengan baik. • Walaupun ada salah ketik kata derone, tidak menyebabkan masalah untuk chatGPT. 	<p>The following Python script outlines the basic structure for controlling a Tello drone to execute the described maneuvers:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Initialization: The drone is initialized and a connection is established. 2. Taking Off: The drone takes off and stabilizes in the air. 3. Hovering: The drone maintains its position for 5 seconds. 4. Moving Forward: The drone moves forward for 3 seconds. 5. Landing: The drone safely lands. <p>Python Script for Tello Drone</p> <pre>python import time from djitellopy import Tello # Initialize the Tello drone tello = Tello() try: # Connect to the drone tello.connect() print("Drone connected successfully") # Take off tello.takeoff() print("Drone has taken off") # Hover for 5 seconds print("Hovering for 5 seconds")</pre>
<p><i>fly the tello forward fo 20cm flip 90 degree flip -90 deegree land</i></p> 	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ChatGPT mengerti perintah dalam bentuk list perintah berurutan, memudahkan operator dan drone menyamakan pengertian perintah. • Walaupun ada beberapa salah ketik for dan degree, namun tidak bermasalah • Flip 90 degree diartikan flip_left dan flip -90 degree sebagai flip_right 	<p>ChatGPT</p> <p>To fly a DJI Tello drone forward for 20 cm, perform a 90-degree flip, then a -90-degree flip, and finally land, you will need to modify the Python script to include these specific commands. The Tello SDK provides functions to control the drone's movements, including flips. However, it's important to note that the Tello drone's flip commands are predefined and do not specify degrees. Instead, they are directional (e.g., left, right, forward, backward).</p> <p>Here is a revised script to perform the required maneuvers:</p> <p>Python Script for Tello Drone</p> <pre>python import time from djitellopy import Tello # Initialize the Tello drone tello = Tello()</pre>

2. Perintah bentuk dasar

ChatGPT-4 diinstruksikan untuk membuat program Python yang memandu DJI Tello melalui lintasan terbang berbentuk dasar seperti segitiga, lingkaran, dan persegi. ChatGPT-4 berhasil menginterpretasikan dan melaksanakan perintah ini dengan benar, menunjukkan kemampuannya dalam menerjemahkan instruksi bahasa alami menjadi manuver fisik yang presisi.

Prompt	Berhasil?	Hasil
<p><i>move back with speed 50 cm/sec for 5 sec</i> <i>flip backward</i> <i>circle for radius 20cm</i> <i>land</i></p>	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • chatGPT berhasil melakukan 4 perintah dengan benar. Perintah maju dengan kecepatan 50cm/sec selama 5 detik bisa diterjemahkan dengan baik menjadi maju 250cm. • Perintah membuat lingkaran dengan radius 20cm bisa diterjemahkan dengan membuat perintah loop maju dan berputar dalam interval 36 derajat. 	<p>However, there are a few considerations to keep in mind:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Backward Movement: The Tello SDK allows specifying the distance to move in a straight line, but not the speed and duration directly. We can calculate the distance needed to travel in 5 seconds at 50 cm/sec. 2. Backward Flip: This can be achieved using the <code>'flip_back()'</code> method. 3. Circling Movement: The Tello SDK does not directly support a 'circle' command. Creating a circular motion would require a combination of rotation and forward movement commands in a loop. This is more complex and may not achieve a perfect circle, especially given the limitations of controlling the speed and duration of each movement precisely. 4. Landing: This is straightforward with the <code>'land()'</code> method. <pre># Take off tello.takeoff() print("Drone has taken off") # Move backward at 50 cm/s for 5 seconds # Distance = Speed x Time backward_distance = 50 * 5 # 250 cm tello.move_back(backward_distance) print("Moved backward") # Perform a backward flip tello.flip_back() print("Performed a backward flip") # Circle movement (Approximation) print("Starting circular movement") for _ in range(10): tello.rotate_clockwise(36) # Rotate 36 degrees tello.move_forward(20) # Move forward to create a circular pat print("Completed circular mov ↓ .t")</pre>
<p> You move back with speed 50 cm/sec for 5 sec flip backward circle for radius 20cm land</p>		

<p><i>move forward 20cm</i> <i>move right 50cm</i> <i>flip left</i> <i>double flip right</i> <i>take picture 5 frames</i> <i>move backward 2 seconf=d</i> <i>create a rectangular with width 50 cm</i> <i>take video for 2 second</i> <i>land</i></p> <div data-bbox="215 835 525 1075" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p>You move forward 20cm move right 50cm flip left double flip right take picture 5 frames move backward 2 seconf=d create a rectangular with width 50 cm take video for 2 second land</p> </div>	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drone melaksanakan 9 perintah dengan benar. • Drone mengerti double flip, dengan melakukan flip dua kali. • Drone mengerti take picture. • Drone mengerti membuat segi empat dengan melakukan <code>move_forward</code>, <code>move_right</code>, <code>move_back</code> dan <code>move_left</code> 	<pre># Double flip right (perform two flips in quick succession) tello.flip_right() time.sleep(1) # Short pause to stabilize tello.flip_right() # Take picture (5 frames) tello.streamon() # Start video streaming camera = tello.get_frame_read() for i in range(5): frame = camera.frame # Save frame as image (implement saving mechanism) # Move backward for 2 seconds speed = 30 # Adjust speed as needed tello.send_rc_control(0, -speed, 0, 0) # Move backward time.sleep(2) # Move for 2 seconds tello.send_rc_control(0, 0, 0, ↓) # Stop movement # Create a rectangle with width 50 cm (approximation) tello.move_forward(50) tello.move_right(100) # Length of the rectangle tello.move_back(50) tello.move_left(100) # Back to starting point # Record video for 2 seconds # Implement video recording mechanism as Tello SDK does not time.sleep(2) # Land tello.land() print("Drone has landed")</pre>
<p><i>move in a triangle with length 10 cm</i> <i>move in a circle with radius 30 cm</i> <i>move in rectangular with length 20cm and width 10cm</i> <i>move in 4 star trajectory with radius 20 cm</i> <i>move in drone height in sinusoidal form with amplitude 20cm for 10 sec</i></p>	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Drone melaksanakan 5 perintah dengan benar. • Drone mengerti segitiga, dengan melakukan <code>move_forward</code> dan <code>rotate_clockwise</code> 3x. • Drone mengerti lingkaran, dengan membuat fungsi <code>circle_movement</code>. • Drone mengerti segi empat dengan membuat fungsi <code>rectangle_movement</code> • Drone mengerti bintang, dengan membuat fungsi <code>star_movement</code> • Drone mengerti gerakan sinusoidal. 	<p>Prompt:</p> <div data-bbox="722 1149 1465 1429" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f0f0f0;"> <p>You move in a triangle with length 10 cm move in a circle with radius 30 cm move in rectangular with length 20cm and width 10cm move in 4 star trajectory with radius 20 cm move in drone height in sinusoidal form with amplitude 20cm for 10 sec</p> </div> <pre># Perform movements triangle_movement() circle_movement(30) rectangle_movement() star_movement(20) sinusoidal_movement(20, 10) def triangle_movement(): for _ in range(3): tello.move_forward(10) tello.rotate_clockwise(120) def circle_movement(radius_cm): circumference = 2 * math.pi * radius_cm num_segments = 10 segment_length = circumference / num_segments turn_angle = 360 / num_segments for _ in range(num_segments): tello.move_forward(int(segment_length)) tello.rotate_clockwise(int(turn_angle)) def rectangle_movement(): for _ in range(2): tello.move_forward(20) tello.rotate_clockwise(90) tello.move_forward(10) tello.rotate_clockwise(90) def star_movement(radius_cm): # This is a rough approximation for _ in range(4): tello.move_forward(radius_cm) tello.rotate_clockwise(144) # Star angle def sinusoidal_movement(amplitude_cm, duration_sec): # This is a simplified approximation for _ in range(duration_sec): tello.move_up(amplitude_cm) time.sleep(1) tello.move_down(amplitude_cm) time.sleep(1)</pre>

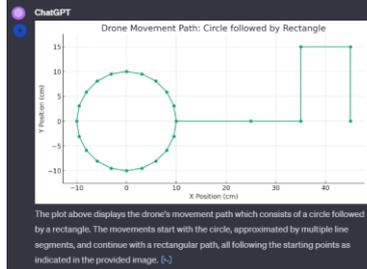
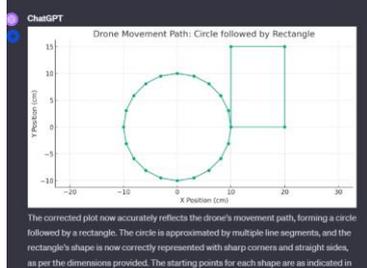
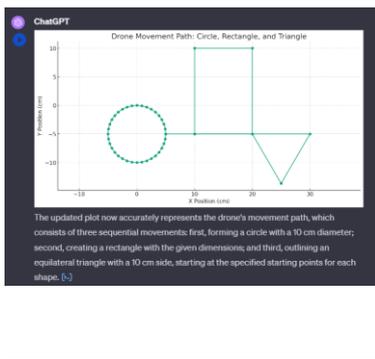
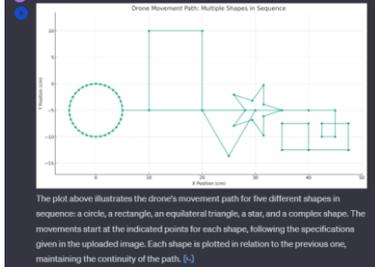
3. Perintah huruf alfabet

Instruksi diberikan kepada ChatGPT-4 untuk menggerakkan DJI Tello membentuk beberapa huruf alfabet (S, T, K, dan D). ChatGPT-4 dapat memahami prompt huruf dan menerjemahkannya menjadi manuver sederhana, meskipun untuk bentuk huruf yang lebih kompleks seperti S dan D, representasinya tidak sepenuhnya akurat.

Prompt	Berhasil?	Hasil
<pre>let try move the trello drone to represent a letter. Start with a letete "L". create the code and plot the graph</pre> <pre>how about one letter "s"</pre> <pre>letter "T"</pre> <pre>letter "K"</pre> <pre>letter "D"</pre> <pre>now how about several letter as follows : "S" then "T" then "K" then "D"</pre> <pre># Move to form the letter 'L' # Move down (or forward) to create the long part of the 'L' tello.move_down(10) # vertical_segment_length = 10 cm time.sleep(1) # Move right to create the base of the 'L' tello.move_right(5) # horizontal_segment_length = 5 cm time.sleep(1)</pre>	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • chatGPT mengerti prompt huruf dan menerjemahkannya menjadi manuver sederhana terdiri dari maju, mundur, kiri dan kanan. • Untuk bentuk huruf yang kompleks, seperti S dan D, manuver yang dibuat tidak begitu representatif. • Drone bisa menggabungkan manuver khuruf2, namun perlu ada perhatian khusus saat transisi antara huruf, karena kondisi awalnya akan berbeda. 	<p>The updated plot now shows the combined movement path for the letters "S", "T", "K", and "D". Each letter is represented as best as possible with straight lines and curves, considering the limitations of drone movements.</p>

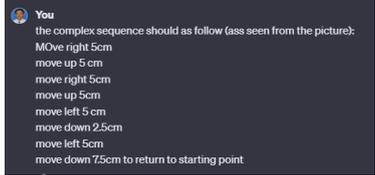
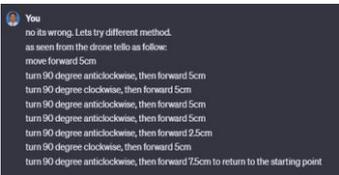
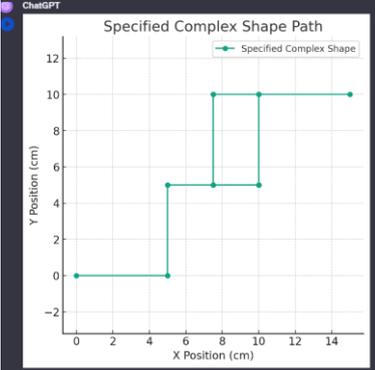
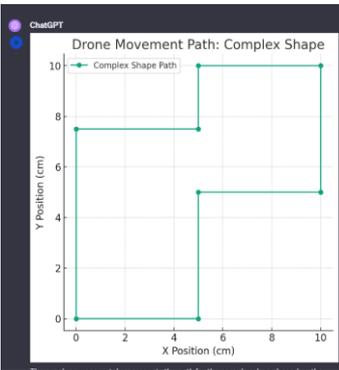
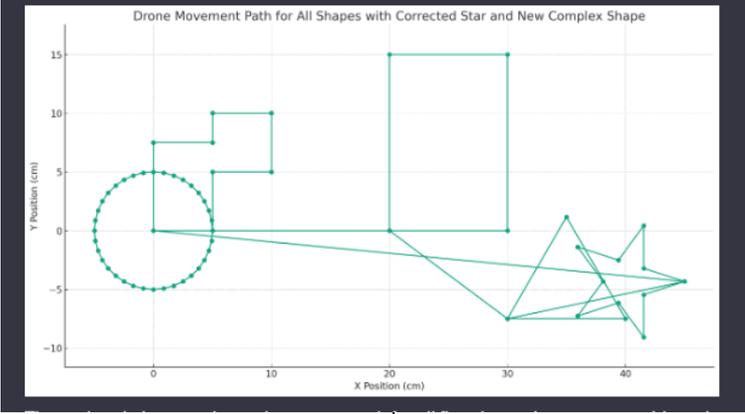
4. Perintah dalam bentuk visual/gambar

ChatGPT-4 diperintahkan untuk menginstruksikan DJI Tello melakukan gerakan berdasarkan gambar yang diberikan. ChatGPT-4 berhasil menafsirkan gambar segitiga dan melakukan manuver sesuai dengan bentuk dan panjang lintasan yang ditentukan. Meskipun ada tantangan dalam menafsirkan gambar yang lebih kompleks, ChatGPT-4 mampu melakukan perbaikan dan mengeksekusi perintah dengan benar setelah beberapa kali percobaan.

Prompt	Berhasil?	Hasil	
<p>perform this movement</p>  <p>perform these 2 movement in sequence. Follow the line and starting point as indicated. Then draw the graph</p>  <p>the rectangular plotting seem to be mistaken. replot the graph, it should give the shape of rectangle</p>  <p>try again with 3 movements</p>  <p>now try these 5 movement</p>	<p>Ya berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ChatGPT mengerti gambar segitiga yang diberikan dan melakukan manuver sesuai dengan bentuk & panjang lintasannya. • Pada saat diberikan 2 gambar, lingkaran dan persegi panjang, chatgpt dapat melaksanakannya dengan benar, namun persegi panjang tidak tertutup, satu step terlewat dilakukan. • Setelah dilakukan koreksi dengan memberikan prompt bahwa manuver segi empat salah, ChatGPT merespons dengan memperbaikinya dan menambahkan satu manuver terakhir sehingga persegi panjangnya tertutup. • ChatGPT mengerti 3 bentuk gambar segitiga, segi empat serta lingkaran, dan mengeksekusinya dengan benar. • Pada saat diberikan 5 gambar, chatGPT berhasil melakukan manuver 4 bentuk dasar termasuk bintang, namun bentuk kelima yang kompleks tidak dapat dilaksanakan dengan benar. 	  	 

5. Perintah bentuk kompleks

ChatGPT-4 diuji dengan perintah untuk membuat DJI Tello mengeksekusi lintasan terbang berbentuk kompleks. Walaupun ChatGPT-4 mengalami kesulitan dalam menerjemahkan perintah bentuk yang sangat kompleks pada awalnya, dengan modifikasi prompt, ChatGPT-4 berhasil memahami dan mengimplementasikan perintah dengan tepat, menunjukkan fleksibilitas dan kemampuan adaptasinya.

Prompt	Berhasil?	Hasil	
<p><i>the complex sequence should as follow (ass seen from the picture):</i> <i>MOve right 5cm</i> <i>move up 5 cm</i> <i>move right 5cm</i> <i>move up 5cm</i> <i>move left 5 cm</i> <i>move down 2.5cm</i> <i>move left 5cm</i> <i>move down 7.5cm</i> <i>to return to starting point</i></p> <p><i>no its wrong. Lets try different method. as seen from the drone tello as follow:</i> <i>move forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>anticlockwise,</i> <i>then forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>clockwise, then forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>anticlockwise,</i> <i>then forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>anticlockwise,</i> <i>then forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>anticlockwise,</i> <i>then forward 5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>clockwise, then forward 2.5cm</i> <i>turn 90 degree</i> <i>anticlockwise,</i> <i>then forward 7.5cm</i> <i>to return to the starting point</i></p>	<p>Tidak berhasil.</p> <ul style="list-style-type: none"> • chatGPT gagal melaksanakan bentuk yang kompleks dengan urutan yang benar. • Perintah diganti dengan user memposisikan sebagai drone, manuver yang dilakukan menggunakan move forward, turn clockwise, turn anticlockwise. Perintah ini berhasil dimengerti chatGPT dan dapat dilaksanakan sesuai perintah. • Drone dapat melaksanakan 5 bentuk yang diberikan termasuk bentuk kompleks setelah beberapa perbaikan chat prompt. <p>yes add this last movement replacing the 5th movement on the provided picture</p>	<p>Prompt:</p>    	

Hasil eksperimen menunjukkan hal-hal berikut:

1. Drone dapat mengerti dan melakukan perintah sederhana takeoff, landing, maju dan mundur dengan sempurna.
2. Berbeda dengan coding komputer, perintah yang diberikan cukup toleran terhadap kesalahan ketik. ChatGPT-4 dapat mengerti dengan mudah maksud dari perintah yang diberikan.
3. Perintah lebih baik jika diberikan dalam bentuk instruksi dengan terstruktur, misal dengan list atau nomor urutan.
4. Drone dapat mengerti perintah dalam bentuk dasar seperti circle, triangle, square, rectangle, star. Dan secara otomatis akan membuat fungsi yang mengombinasikan gerakan dasar forward dengan rotate misalnya untuk membuat lingkaran.
5. Drone dapat memahami perintah untuk melakukan gerakan dalam bentuk huruf, misal S, T, K D.
6. Drone dapat membuat interpretasi sendiri, misal diperintah double flip, berarti melakukan flip 2 kali, padahal di library tidak ada fungsi double flip. Demikian juga dengan perintah gerakan sinusoidal.
7. Selain perintah text, drone dapat diperintah dengan menunjukkan gambar yang sederhana seperti segitiga, lingkaran, segi empat, bintang.
8. Gambar kompleks, seperti gambar panah (arrow) agak sulit dimengerti. Namun dengan beberapa chatting dan perbaikan perintah, drone Tello bisa mengerti dan melakukan trayektori yang diinginkan. Arah panah akan lebih dimengerti dengan tambahan informasi perintah dalam bentuk text juga.
9. Perintah bentuk yang kompleks bisa lebih mudah dimengerti jika diberikan dalam bentuk perintah2 sederhana seperti belok kanan 90 derajat dan maju 20cm, dan seterusnya.
10. Drone dapat memahami perintah gambar yang didalam-nya ada beberapa bentuk dasar.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa ChatGPT-4 memiliki potensi signifikan untuk memfasilitasi pemrograman drone menggunakan bahasa manusia. DJI Tello mampu memahami dan menjalankan berbagai perintah dengan akurasi tinggi, menunjukkan kemajuan dalam interaksi antara AI dan drone. Meskipun terdapat tantangan dalam pemahaman perintah yang kompleks, ChatGPT-4 menunjukkan kemampuan untuk memahami konteks dan melakukan perbaikan yang diperlukan, menyoroti adaptabilitasnya. Penelitian ini membuka jalan untuk penggunaan lebih luas AI dalam pemrograman dan kontrol drone, menjanjikan peningkatan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan untuk aplikasi masa depan.

Kesimpulan

Penelitian ini menyoroti kemampuan signifikan Large Language Models (LLM), khususnya ChatGPT-4, dalam mempermudah pengendalian drone melalui bahasa manusia. Eksperimen menunjukkan DJI Tello mampu menjalankan perintah dasar seperti takeoff, landing, maju, dan mundur dengan akurasi tinggi. Terlihat ChatGPT-4 cukup toleran terhadap kesalahan ketik dibandingkan dengan pemrograman komputer tradisional, ChatGPT-4 dapat memahami maksud dari perintah yang diberikan, terutama jika perintah disajikan dalam format terstruktur.

Kemampuan ChatGPT-4 untuk memahami perintah dalam bentuk dasar geometris (lingkaran, segitiga, persegi, persegi panjang, bintang) dan alfabet (S, T, K, D), serta untuk menafsirkan dan menjalankan instruksi kompleks tanpa kebutuhan fungsi spesifik dalam perpustakaanannya,

menunjukkan potensi besar dalam pengendalian drone. Meskipun perintah kompleks seperti gambar panah memerlukan pemahaman dan modifikasi lebih lanjut, memecahnya menjadi serangkaian instruksi sederhana meningkatkan kemampuan pemahaman dan eksekusi drone.

Penelitian ini membuka jalan bagi pemrograman orientasi bahasa manusia alami, memungkinkan individu tanpa latar belakang pemrograman dan IT untuk memanfaatkan drone dalam aplikasi baru, termasuk operasi pencarian dan penyelamatan di lokasi bencana. Meskipun penelitian ini terbatas pada beberapa perintah dasar dan dilakukan secara offline, temuan ini menjanjikan peningkatan aksesibilitas dan kemudahan penggunaan drone, sekaligus memunculkan tantangan baru terkait regulasi dan etika yang harus ditangani dengan serius.

Daftar Pustaka

- [1] Analytics Vidhya. (2023). From GPT-3 to Future Generations of Language Models. <https://www.analyticsvidhya.com>. Accessed 22 Feb 2024
- [2] BROWN, Tom, MANN, Benjamin, RYDER, Nick, et al. Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 2020, vol.33, p. 1877-1901.
- [3] Carranza, J.M., Hernandez-Farias, D.I., Rojas-Perez, L.O. and Ponce, A.A.C., (2023), Why do I need to speak to my drone?. 14th ANNUAL INTERNATIONAL MICRO AIR VEHICLE CONFERENCE AND COMPETITION, IMAV2023-7
- [4] Deeper Insights. (2023). ChatGPT: Technical Innovations and Business Impacts in 2023. Retrieved from deeperinsights.com
- [5] Fuentes, D. and Löw, J. (2023) 'Releases · damiafuentes/DJITelloPy', GitHub. Available at: <https://github.com/damiafuentes/DJITelloPy/releases> (Accessed: 15 Feb 2024).
- [6] Microsoft/PromptCraft-Robotics. <https://github.com/microsoft/PromptCraft-Robotics>. Accessed 21 May 2023
- [7] New Scientist. (2023). Microsoft uses ChatGPT AI to control flying drones and robot arms. Retrieved from [newscientist.com](https://www.newscientist.com)
- [8] Open AI, ChatGPT. <https://openai.com/blog/chatgpt>. Accessed 10 May 2023
- [9] TAZIR, M.L., MANCAS, M. and DUTOIT, T.,(2023) From Words to Flight: Integrating Open AI ChatGPT with PX4/Gazebo for Natural Language-Based Drone Control. the 13th International Workshop on Computer Science and Engineering
- [10] Toloka.AI. (2023). The history, timeline, and future of LLMs. <https://toloka.ai>. Accessed 22 Feb 2024
- [11] Unite.AI. (2023). Unveiling the Power of Large Language Models (LLMs). <https://www.unite.ai>. Accessed 22 Feb 2024
- [12] Vemprala, S., Bonatti, R., Bucker, A. and Kapoor, A., 2023. Chatgpt for robotics: Design principles and model abilities. *Microsoft Auton. Syst. Robot. Res*, 2, p.20.