LAPORAN PRAKTIKUM
INTERNET OF THINGS

MQQT-SIMULATOR

Ize Ronauli Sitorus
11323044
D3 Teknologi Informasi

INSTITUT TEKNOLOGI DEL
FAKULTAS VOKASI
2024/2025

Penjelasan Code :

1. **Main.py**
   - Fungsi default_settings

```
mqtt-simulator > main.py > ...
1   import argparse
2   from pathlib import Path
3   from simulator import Simulator
4
5   def default_settings():
6       base_folder = Path(__file__).resolve().parent.parent
7       settings_file = base_folder / 'config/settings.json'
8       return settings_file
```

Di bagian ini, kita mengimpor modul yang diperlukan untuk menjalankan program. argparse digunakan untuk menangani argumen baris perintah, memungkinkan pengguna untuk memberikan input ke program saat dijalankan. Dan Fungsi ini mendefinisikan lokasi default untuk file pengaturan yang digunakan oleh simulator. Pertama, kita mendapatkan jalur folder dasar dengan menggunakan Path(__file__).resolve().parent.parent, yang mengarahkan ke dua tingkat di atas lokasi file saat ini. Kemudian, kita menggabungkan jalur tersebut dengan 'config/settings.json' untuk membentuk jalur lengkap ke file pengaturan. Fungsi ini mengembalikan jalur file tersebut sebagai objek Path.

   - File Validation Function

```
def is_valid_file(parser, arg):
    settings_file = Path(arg)
    if not settings_file.is_file():
        return parser.error(f"argument -f/--file: can't open '{arg}'")
    return settings_file
```

Fungsi ini berfungsi untuk memvalidasi apakah file yang diberikan sebagai argumen benar-benar ada dan dapat diakses. Parameter parser adalah objek ArgumentParser, dan arg adalah argumen yang dimasukkan oleh pengguna. Di dalam fungsi, kita mengonversi argumen menjadi objek Path dan memeriksa apakah itu adalah file yang valid dengan menggunakan metode is_file(). Jika file tidak ada, fungsi ini akan menghasilkan pesan kesalahan dan menghentikan eksekusi program. Jika file valid, ia akan mengembalikannya.

   - Argument Parser Setup

```
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-f', '--file', dest='settings_file', type=lambda x: is_valid_file(parser, x), help='settings file', default=default_settings())
args = parser.parse_args()
```

Di bagian ini, kita membuat objek ArgumentParser untuk mengatur argumen yang dapat diterima oleh program. Kita menambahkan argumen -f atau --file, yang akan digunakan untuk menerima jalur file pengaturan dari pengguna. dest='settings_file' menyimpan nilai argumen ini dalam atribut settings_file pada objek args. Tipe argumen ditentukan menggunakan lambda yang memanggil fungsi is_valid_file, sehingga validasi dilakukan saat argumen diterima. Jika tidak ada argumen yang diberikan, fungsi default_settings() dipanggil untuk menggunakan jalur file pengaturan default.

   - Argument Parsing and Simulator Execution

```
simulator = Simulator(args.settings_file)
simulator.run()
```

Setelah semua argumen ditentukan, kita memanggil parser.parse_args() untuk memproses argumen yang diberikan oleh pengguna di baris perintah. Hasilnya disimpan dalam variabel args. Kemudian, kita membuat instance dari kelas Simulator, mengoper file pengaturan yang didapat dari args.settings_file. Terakhir, kita memanggil metode run() pada objek simulator untuk memulai simulasi berdasarkan pengaturan yang diberikan.

2. **Simulator.py**

- Constructor (__init__ Method)

```
class Simulator:
    def __init__(self, settings_file):
        self.default_client_settings = ClientSettings(
            clean=True,
            retain=False,
            qos=2,
            time_interval=10
        )
        self.topics = self.load_topics(settings_file)
```

Metode ini adalah konstruktor untuk kelas Simulator. Ia menerima satu argumen, settings_file, yang merupakan jalur ke file pengaturan. Di dalam konstruktor, kita menginisialisasi default_client_settings dengan objek ClientSettings yang memiliki nilai default untuk atribut seperti clean, retain, qos, dan time_interval. Kemudian, kita memanggil metode load_topics untuk memuat dan menginisialisasi daftar topik berdasarkan pengaturan yang terdapat dalam file JSON yang diberikan, dan menyimpannya dalam atribut self.topics.

- Read Client Settings Method

```
    def read_client_settings(self, settings_dict: dict, default: ClientSettings):
        return ClientSettings(
            clean=settings_dict.get('CLEAN_SESSION', default.clean),
            retain=settings_dict.get('RETAIN', default.retain),
            qos=settings_dict.get('QOS', default.qos),
            time_interval= settings_dict.get('TIME_INTERVAL', default.time_interval)
        )
```

Metode ini bertanggung jawab untuk membaca pengaturan klien dari sebuah dictionary. Ia menerima dua argumen: settings_dict, yang merupakan dictionary berisi pengaturan, dan default, yang merupakan objek ClientSettings yang berisi nilai default. Metode ini mengembalikan objek ClientSettings baru yang diisi dengan nilai dari settings_dict, menggunakan nilai default jika pengaturan tertentu tidak ditemukan dalam dictionary. Ini memungkinkan fleksibilitas dalam mengonfigurasi pengaturan klien untuk setiap topik.

- Load Topics Method

```
    def load_topics(self, settings_file):
        topics = []
        with open(settings_file) as json_file:
            config = json.load(json_file)
            broker_settings = BrokerSettings(
                url=config.get('BROKER_URL', 'localhost'),
                port=config.get('BROKER_PORT', 1883),
                protocol=config.get('PROTOCOL_VERSION', 4) # mqtt.MQTTv311
            )
            broker_client_settings = self.read_client_settings(config, default=self.default_client_settings)
            # read each configured topic
            for topic in config['TOPICS']:
                topic_data = topic['DATA']
                topic_payload_root = topic.get('PAYLOAD_ROOT', {})
                topic_client_settings = self.read_client_settings(topic, default=broker_client_settings)
                if topic['TYPE'] == 'single':
                    # create single topic with format: /{PREFIX}
                    topic_url = topic['PREFIX']
                    topics.append(Topic(broker_settings, topic_url, topic_data, topic_payload_root, topic_client_settings))
                elif topic['TYPE'] == 'multiple':
                    # create multiple topics with format: /{PREFIX}/{id}
                    for id in range(topic['RANGE_START'], topic['RANGE_END']+1):
                        topic_url = topic['PREFIX'] + '/' + str(id)
                        topics.append(Topic(broker_settings, topic_url, topic_data, topic_payload_root, topic_client_settings))
                elif topic['TYPE'] == 'list':
                    # create multiple topics with format: /{PREFIX}/{item}
                    for item in topic['LIST']:
                        topic_url = topic['PREFIX'] + '/' + str(item)
                        topics.append(Topic(broker_settings, topic_url, topic_data, topic_payload_root, topic_client_settings))
        return topics
```

Metode ini bertanggung jawab untuk memuat dan mengonfigurasi topik dari file pengaturan JSON. Kita mulai dengan membuka file pengaturan dan memuat isinya ke dalam dictionary config. Kemudian, kita mengonfigurasi broker_settings dengan mengambil URL, port, dan versi protokol dari dictionary tersebut, menggunakan nilai default jika tidak ada. Selanjutnya, kita membaca pengaturan klien broker menggunakan metode read_client_settings.

Setelah itu, kita iterasi melalui setiap topik yang terdaftar dalam config['TOPICS']. Untuk setiap topik, kita memeriksa jenisnya (single, multiple, atau list) dan membuat URL topik sesuai dengan format yang ditentukan. Objek Topic baru dibuat dengan pengaturan broker, URL topik, data topik, payload root, dan pengaturan klien topik, sebelum akhirnya ditambahkan ke daftar topics. Metode ini mengembalikan daftar semua topik yang telah dikonfigurasi.

- Run Method

```
def run(self):
    for topic in self.topics:
        print(f'Starting: {topic.topic_url} ...')
        topic.start()
    for topic in self.topics:
        # workaround for Python 3.12
        topic.join()
```

Metode ini bertanggung jawab untuk menjalankan simulasi dengan memulai setiap topik yang telah dimuat. Kita iterasi melalui semua topik dalam self.topics, mencetak pesan yang menunjukkan bahwa topik sedang dimulai, dan memanggil metode start() pada setiap objek Topic. Setelah semua topik dimulai, kita melakukan join pada setiap topik untuk memastikan bahwa eksekusi utama menunggu hingga semua topik selesai beroperasi. Ini memberikan cara yang teratur untuk mengelola siklus hidup topik dalam simulasi.

- Stop Method

```
def stop(self):
    for topic in self.topics:
        print(f'Stopping: {topic.topic_url} ...')
        topic.stop()
```

Metode ini bertujuan untuk menghentikan semua topik yang sedang berjalan. Kita iterasi lagi melalui setiap topik dalam self.topics, mencetak pesan yang menunjukkan bahwa topik sedang dihentikan, dan kemudian memanggil metode stop() pada setiap objek Topic. Metode ini memberikan cara untuk membersihkan dan menghentikan semua aktivitas yang terkait dengan topik ketika simulasi selesai, memastikan bahwa semua sumber daya dilepaskan dengan benar.

3. Topic.py

- Importing Modules

```
mqtt-simulator > topic.py > Topic
1   import time
2   import json
3   import threading
4   import paho.mqtt.client as mqtt
5   from data_classes import BrokerSettings, ClientSettings
6   from topic_data import TopicDataNumber, TopicDataBool, TopicDataRawValue, TopicDataMathExpression
```

Di bagian ini, kita mengimpor modul dan kelas yang diperlukan untuk kelas Topic. Modul time digunakan untuk menunda eksekusi dalam loop. Modul json digunakan untuk mengonversi data menjadi format JSON sebelum dipublikasikan. threading memungkinkan kelas ini untuk berjalan sebagai thread terpisah. paho.mqtt.client adalah pustaka MQTT yang digunakan untuk mengelola koneksi dan komunikasi dengan broker MQTT. Kelas BrokerSettings dan ClientSettings diimpor dari modul data_classes, sementara berbagai kelas data topik diimpor dari modul topic_data, yang menangani jenis data spesifik yang akan diterbitkan.

- Constructor (__init__ Method)

```
class Topic(threading.Thread):
    def __init__(self, broker_settings: BrokerSettings, topic_url: str, topic_data: list[object], topic_payload_root: object, client_settings: ClientSettings):
        threading.Thread.__init__(self)

        self.broker_settings = broker_settings

        self.topic_url = topic_url
        self.topic_data = self.load_topic_data(topic_data)
        self.topic_payload_root = topic_payload_root

        self.client_settings = client_settings

        self.loop = False
        self.client = None
        self.payload = None
```

Metode ini adalah konstruktor untuk kelas Topic. Ia menerima beberapa argumen, termasuk pengaturan broker, URL topik, data topik, payload root, dan pengaturan klien. Dalam konstruktor, kita memanggil __init__ dari kelas Thread untuk memulai thread. Kemudian, kita menyimpan argumen yang diterima dalam atribut instance. Variabel loop diinisialisasi sebagai False dan akan digunakan untuk mengontrol eksekusi thread. client dan payload diinisialisasi sebagai None, yang akan diisi saat koneksi ke broker dibuat dan payload

- Load Topic Data Method

```
    def load_topic_data(self, topic_data_object):
        topic_data = []
        for data in topic_data_object:
            data_type = data['TYPE']
            if data_type == 'int' or data_type == 'float':
                topic_data.append(TopicDataNumber(data))
            elif data_type == 'bool':
                topic_data.append(TopicDataBool(data))
            elif data_type == 'raw_values':
                topic_data.append(TopicDataRawValue(data))
            elif data_type == 'math_expression':
                topic_data.append(TopicDataMathExpression(data))
            else:
                raise NameError(f"Data TYPE '{data_type}' is unknown")
        return topic_data
```

Metode ini bertanggung jawab untuk memuat data topik dari objek yang diterima. Ia iterasi melalui setiap item dalam topic_data_object, memeriksa tipe data, dan membuat objek yang sesuai berdasarkan tipe tersebut. Misalnya, jika tipe adalah int atau float, objek TopicDataNumber dibuat. Jika tipe adalah bool, objek TopicDataBool dibuat, dan seterusnya. Jika tipe data tidak dikenali, akan terjadi kesalahan. Metode ini mengembalikan daftar objek data topik yang telah dimuat.

- Connect Method

```
def connect(self):
    self.loop = True
    clean_session = None if self.broker_settings.protocol == mqtt.MQTTv5 else self.client_settings.clean
    self.client = mqtt.Client(self.topic_url, protocol=self.broker_settings.protocol, clean_session=clean_session)
    self.client.on_publish = self.on_publish
    self.client.connect(self.broker_settings.url, self.broker_settings.port)
    self.client.loop_start()
```

Metode ini digunakan untuk menghubungkan ke broker MQTT. Pertama, kita mengatur self.loop menjadi True untuk mengizinkan eksekusi loop dalam metode run. Jika protokol broker adalah MQTT v5, session bersih (clean session) diatur menjadi None, jika tidak, diambil dari pengaturan klien. Kemudian, kita membuat instance mqtt.Client dan mengatur callback on_publish untuk menangani peristiwa penerbitan. Setelah itu, kita melakukan koneksi ke broker menggunakan URL dan port yang ditentukan, dan memulai loop MQTT dengan loop_start().

- Disconnect Method

```
def disconnect(self):
    self.loop = False
    self.client.loop_stop()
    self.client.disconnect()
```

Metode ini digunakan untuk memutuskan koneksi dari broker MQTT. Kita mengatur self.loop menjadi False untuk menghentikan eksekusi loop dalam metode run. Kemudian, kita menghentikan loop dengan loop_stop() dan memutuskan koneksi dengan broker menggunakan disconnect().

- Generate Payload Method

```
def generate_payload(self):
    payload = {}
    payload.update(self.topic_payload_root)
    has_data_active = False
    for data in self.topic_data:
        if data.is_active:
            has_data_active = True
            payload[data.name] = data.generate_value()
    if not has_data_active:
        self.disconnect()
        return
    return payload
```

Metode ini bertanggung jawab untuk menghasilkan payload yang akan diterbitkan. Pertama, ia membuat dictionary kosong untuk payload dan memperbarui dengan topic_payload_root. Kemudian, ia iterasi melalui setiap objek data dalam self.topic_data, memeriksa apakah data aktif. Jika aktif, ia menyimpan nilai yang dihasilkan oleh metode generate_value() dari objek data dalam payload. Jika tidak ada data yang aktif, metode ini akan memutuskan koneksi dengan broker dan mengembalikan None. Jika ada data aktif, ia mengembalikan payload yang telah dibangun.

4. **Utils.py**
   - Fungsi should_run_with_probability

```
mqtt-simulator > utils.py > ...
1  import random
2
3  def should_run_with_probability(probability: float):
4      random_number = random.random()
5      return random_number < probability
6
```

Tujuan Fungsi:

Fungsi ini dirancang untuk menentukan apakah suatu proses atau tindakan harus dijalankan berdasarkan probabilitas yang diberikan. Ini berguna dalam situasi di mana Anda ingin mengontrol frekuensi eksekusi suatu tindakan secara acak, misalnya dalam simulasi atau pengambilan keputusan berbasis probabilitas.

Parameter:

probability: Ini adalah parameter bertipe float yang mewakili probabilitas (dalam rentang 0.0 hingga 1.0) bahwa fungsi akan mengembalikan True. Misalnya, jika probability adalah 0.7, maka ada 70% kemungkinan fungsi akan mengembalikan True.

Menghasilkan Angka Acak:

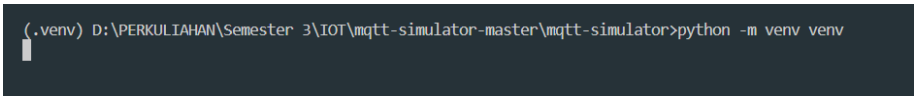
random_number = random.random(): Di sini, fungsi random.random() dari modul random digunakan untuk menghasilkan angka acak antara 0.0 (inklusif) dan 1.0 (eksklusif). Angka ini akan digunakan untuk menentukan apakah tindakan harus dilakukan berdasarkan probabilitas yang diberikan.

Logika Pengembalian:

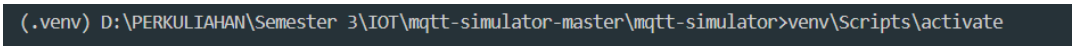
return random_number < probability: Fungsi membandingkan angka acak yang dihasilkan dengan parameter probability. Jika random_number lebih kecil dari probability, fungsi mengembalikan True; jika tidak, mengembalikan False. Dengan cara ini, probabilitas tindakan dijalankan sesuai dengan nilai yang diberikan.

Cara Menjalankan Kode :

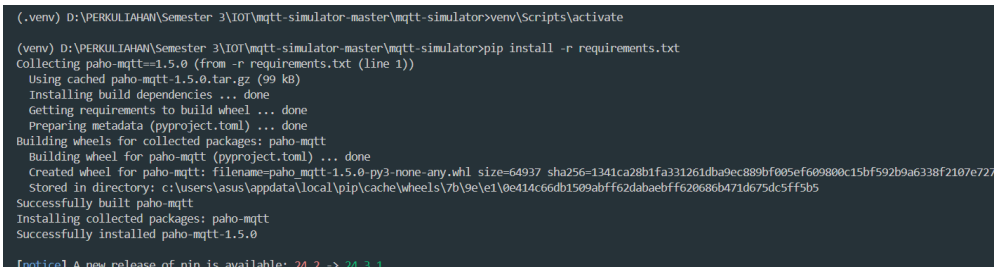
1. Pertama-tama jalankan command **python -m venv venv** pada cmd di vscode.ini digunakan untuk membuat sebuah lingkungan virtual Python (virtual environment) baru dengan nama venv.



2. Lalu masukkan command **venv\Scripts\activate** untuk mengaktifkan lingkungan virtual Python yang sebelumnya telah dibuat.



3. Kemudian masukkan command **pip install -r requirements.txt** untuk untuk menginstal semua paket Python yang tercantum dalam file requirements.txt.



4. Masukkan command **py mqtt-simulator/main.py** untuk untuk menjalankan skrip Python yang terletak di dalam direktori mqtt-simulator dengan nama file main.py.