

# VISUALISASI DATA E-DAGANG MENGGUNAKAN AUGMENTASI REALITI

Azzan Bin Amin  
Prof. Dr. Haslina Binti Arshad

*Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia*

## ABSTRAK

Visualisasi data dapat dilihat sebagai elemen yang signifikan dalam analisis data dan komunikasi. Apabila penglibatan data menjadi semakin banyak dan kompleks, persembahan data secara visual sememangnya membantu pengguna dalam memudahkan pemahaman terhadap penyampaian data tersebut. Pada masa kini, paparan data secara dua dimensi (2D) kerap digunakan untuk proses visualisasi data yang mana cara ini memiliki limitasi untuk menyampaikan visualisasi data yang berbentuk 3D kerana ketiadaan dimensi kedalaman dapat dipaparkan dengan jelas. Perkara ini menyebabkan pemahaman terhadap sesuatu data itu menjadi terhad dan tidak beberapa efisien. Sehubungan dengan itu, kunci untuk mengatasi limitasi ini untuk mendalami visualisasi secara menyeluruh adalah dengan membenarkan Augmentasi Realiti (AR) memasuki ke dalam dunia visualisasi data. Oleh itu, kajian ini adalah berfokus untuk melihat keberkesanan AR dalam visualisasi data dengan membangunkan sebuah aplikasi AR Visualisasi Data berkenaan Data E-Dagang. Model pembelajaran mesin (AI) juga terlibat di dalam pembangunan aplikasi AR ini bagi penyediaan data untuk fungsi analisis ramalan. Pembangunan aplikasi ini menggunakan Metodologi Air Terjun yang mana fasa di dalamnya akan bergerak secara linear dan berperingkat. Bagi menyediakan Data E-Dagang yang berkualiti dan model pembelajaran mesin yang optimum, proses sains data akan dijalankan dengan menggunakan bahasa pengaturcaraan Python. Aplikasi AR Visualisasi Data akan dibangunkan dengan menggunakan perisian Unity dan C# sebagai kod logik aplikasi dan bahasa pengaturcaraannya. Hasil kajian ini akan terbangunnya sebuah aplikasi yang akan memudahkan pengguna mendalami pemahaman tentang Data E-Dagang dengan penggunaan teknologi AR dan berkemampuan untuk membuat visualisasi ramalan bagi keuntungan jualan berdasarkan algoritma model “*AutoRegressive Integrated Moving Average*” (ARIMA).

## 1 PENGENALAN

Visualisasi data adalah satu teknik mempersembahkan data dan informasi dalam bentuk grafik. Grafik yang digunakan di dalam data visualisasi lebih dikenali sebagai statistik deskriptif iaitu seperti graf, rajah, carta, plot dan sebagainya. Huang et al. (2014) mengatakan bahawa visualisasi data memiliki kemampuan untuk mengambil data yang kompleks sebagai simbol abstrak dan meningkatkan dimensi bagi memudahkan pengguna untuk memahami data tersebut. Dalam era pmodenan ini, terlalu banyak data yang terkumpul berikutan bilangan pengguna internet yang

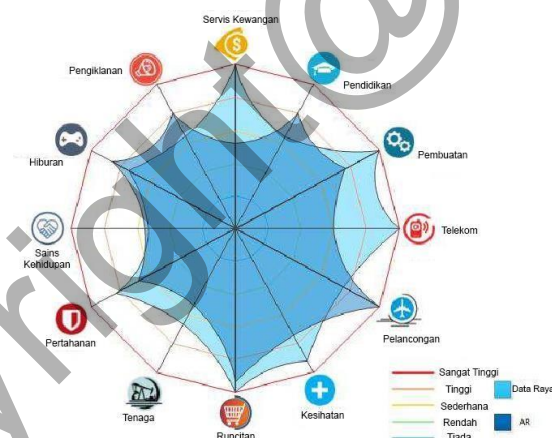
semakin bertambah dari hari ke hari. Data yang terkumpul ini adalah sangat berharga dan boleh digunakan untuk menghasilkan satu pengetahuan mahupun keputusan. Oleh itu, teknik visualisasi data bertujuan untuk memudahkan pengguna untuk memahami data dengan lebih jelas dan efisien.

Data Raya atau lebih dikenali sebagai "*Big Data*" adalah satu istilah yang menggambarkan tentang sebuah data dengan skala atau jumlah yang sangat besar dan kompleks. Data ini boleh diklasifikasikan sebagai berstruktur dan tidak berstruktur. Data berstruktur adalah data yang tersimpan di dalam pangkalan data atau jadual manakala data yang tidak berstruktur adalah data seperti artikel, jurnal, gambar, video dan sebagainya. Data Raya ini boleh dikhususkan kepada beberapa domain yang tertentu mengikut spesifikasi pengetahuan yang digunakan bagi tujuan analisis dan kajian.

Augmentasi Realiti adalah teknologi yang menggabungkan kandungan informasi digital dan masa sebenar pengguna di dunia nyata. Haller et al. (2007) telah menjelaskan bahawa kajian Augmentasi Realiti bertujuan untuk mengembangkan teknologi yang membolehkan penggabungan secara masa sebenar terhadap kandungan digital yang dibuat oleh komputer dengan dunia nyata. Augmentasi Realiti membolehkan pengguna melihat objek maya 2D atau 3D yang dipaparkan di dunia nyata. Dengan penggunaan AR di masa kini, banyak pengetahuan telah dapat diperjelas dengan terang dan mendalam serta interaktif menerusi gambaran objek yang dipapar secara digital di atas dunia nyata. Data yang lengkap dan huraian kefahaman terhadap data dapat dijustifikasikan dengan lebih baik sekiranya menggunakan teknologi AR.

Berdasarkan definisi yang diperjelaskan tadi, AR dan visualisasi data adalah wajar untuk diintegrasikan kerana kedua-dua elemen teknologi ini mempunyai matlamat yang sama. Matlamatnya adalah untuk mempersembahkan data dalam bentuk yang lebih mudah untuk difahami dan dianalisis secara informatif. Konteks ayat yang dinyatakan tadi dapat dikuatkan lagi melalui apa yang diperkatakan oleh Huang et al. (2014) iaitu visualisasi Data Raya mampu ditambahbaik sekiranya penggunaan AR diaplikasikan. AR berkebolehan dalam membawa pengguna untuk mendalami data secara menyeluruh dan interaktif. Perkara ini menunjukkan bahawa gabungan antara AR dan visualisasi data adalah sangat relevan kerana ia mampu menggambarkan data dengan lebih mendalam berdasarkan representasi tiga dimensi (3D) atau pelbagai lagi dimensi kandungan digital di atas dunia nyata.

E-dagang adalah membeli dan menjual sesuatu produk atau servis oleh para usahawan melalui media elektronik seperti radio, televisyen, komputer dan telefon pintar. Kebanyakannya E-dagang ini menggunakan medium rangkaian internet bagi menghubungkan pembeli dan penjual. Melalui pembelian dan transaksi yang banyak daripada setiap individu di dalam dunia ini, telah terhasilnya domain Data Raya berkenaan dengan Runcitan. Rajah 1.1 menunjukkan bahawa penggunaan AR terhadap domain Runcitan ini adalah antara yang tertinggi. Selain itu, Data Raya bagi domain tersebut adalah terbanyak berbanding yang lain yang menunjukkan bahawa sumber data itu banyak untuk dibuat kajian. Oleh itu, adalah sangat efektif sekiranya kajian ini dijalankan dengan penggabungan AR dan Data Raya bagi tujuan visualisasi terhadap Data Runcitan atau secara khususnya E-dagang kerana ia dapat mengatasi limitasi kognitif pengguna terhadap representasi data berikut. Hal ini sekaligus dapat membantu sesebuah syarikat perniagaan dalam membuat keputusan yang efektif untuk mengoptimumkan sumber dan menaikkan keuntungan.



Rajah 1: Pengaruh Data Raya dan Augmentasi Realiti terhadap sesuatu domain.

*Sumber: Huang et al. 2014.*

## 2 PENYATAAN MASALAH

Pada masa kini, beberapa alat visualisasi yang digunakan oleh organisasi atau syarikat adalah bertujuan untuk menganalisis data yang terkumpul untuk mendapatkan keputusan yang cepat dan efektif. Contoh alat visualisasi adalah seperti Tableau, ReportPlus, Charted dan Highcharts. Namun, kebanyakan alat visualisasi yang sedia ada ini hanya berfokus untuk menghasilkan

visualisasi gambar abstrak dan grafik yang ringkas bagi sesuatu kumpulan data, menyebabkan terdapat beberapa data yang signifikan diketepikan dan hubungan yang penting antara data itu disembunyikan daripada penglihatan pengguna. Ini adalah dikatakan sebagai kehilangan darjah penglihatan. Perkara ini juga boleh terjadi disebabkan masalah paparan resolusi melibatkan kualiti representasi data kerana ia bergantung kepada jumlah ketumpatan piksel skrin. (Olshannikova et al. 2015).

Selain itu, manusia sememangnya mempunyai limitasi kemampuan untuk membuat persepsi dan kognitif yang tepat terhadap sesuatu perkara. Visualisasi data memainkan peranan yang amat penting dalam menghasilkan suatu maklumat yang bermakna buat pengguna. Terdapat beberapa cara untuk memvisualisasikan data di dalam bentuk tiga-dimensi (3D) dan dua-dimensi (2D) bertujuan untuk lebih memahami data tersebut. Namun begitu, terdapat limitasi untuk memaparkan data dengan cara begini kerana kekurangan kedalaman atau "*lack of depth*" dalam skrin 2D. (Gustaffon et al 2018). Hal ini juga timbulnya isu di dalam visualisasi data seperti kesempitan sudut visual, navigasi, perskalaan dan sebagainya.

### **3 OBJEKTIF KAJIAN**

Projek ini bertujuan untuk mengimplementasikan Augmentasi Realiti dalam visualisasi Data Raya bagi membantu menginterpretasi data dengan lebih bermakna dan efektif. Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Membangunkan aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang.
2. Mengaplikasikan model pembelajaran mesin untuk meramal keuntungan perniagaan dan divisualisasikan melalui aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang.
3. Menguji kebolegunaan aplikasi AR visualisasi Data E-Dagang yang interaktif dan informatif.

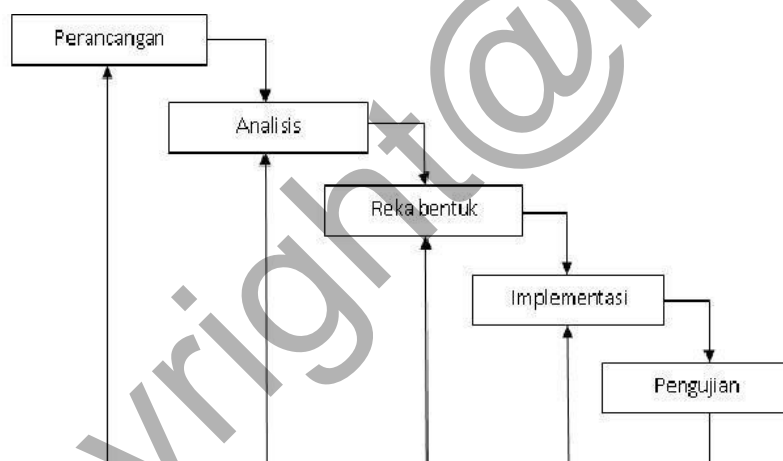
### **4 METOD KAJIAN**

Bagi kajian ini, terdapat dua jenis metodologi yang digunakan iaitu metodologi air terjun bagi pembangunan aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang dan metodologi O.S.E.M.N bagi proses

sains data untuk penyediaan data dan model pembelajaran mesin. Kedua-dua metodologi ini adalah proses yang sangat signifikan untuk dijalankan bagi menghasilkan satu aplikasi yang lengkap dan efektif sepertimana yang distrukturkan di dalam objektif.

#### 4.1 METODOLOGI PEMBANGUNAN APLIKASI

Metodologi yang digunakan untuk pembangunan aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang adalah metodologi Air Terjun. Metodologi ini dilakukan untuk membangunkan projek mengikut turutan. Untuk metodologi ini, terdapat 5 fasa yang akan dilalui iaitu fasa perancangan, fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa implementasi dan fasa pengujian. Pemilihan metodologi ini dilakukan kerana fasa-fasa adalah bersejajar yang mana output setiap satu fasa itu akan digunakan untuk fasa seterusnya dan ia bergerak secara linear. Rajah 1.0 menunjukkan metodologi air terjun yang digunakan dalam pembangunan aplikasi.



Rajah 2: Metodologi “Waterfall”

##### 4.1.1 Fasa Perancangan

Fasa ini adalah fasa yang paling penting dalam pembangunan projek. Hal ini kerana melalui fasa inilah perkara yang asas untuk kajian ini akan dijustifikasikan. Untuk memastikan halatuju kajian ini jelas, kajian awal perlu dilaksanakan dengan teliti. Permasalahan kajian akan disenaraikan dan dikeluarkan menerusi pembacaan jurnal dan artikel. Setelah itu, objektif kajian akan diinterpretasikan berdasarkan pernyataan masalah yang dinyatakan seterusnya menghasilkan cadangan penyelesaian bagi mengatasi permasalahan tersebut. Skop projek juga ditentukan pada fasa ini agar pada seterusnya tidak lari daripada perancangan asal.

Copyright@FTSM

### 4.1.2 Fasa Analisis

Fasa ini akan berfokus dalam mengenalpasti kelemahan dan keperluan kajian. Fasa ini amat signifikan dalam pembangunan projek ini kerana kefahaman terhadap keperluan projek perlu dicapai dalam membangunkan aplikasi yang baharu. Hal ini kerana ia dapat memastikan aplikasi ini memenuhi keperluan projek. Proses ini dapat dilaksanakan melalui kajian terhadap sistem yang sedia ada dan mengutamakan keperluan pengguna.

### 4.1.3 Fasa Reka Bentuk

Dalam membangunkan sesebuah aplikasi, pengstruktur dan pembinaan reka bentuk yang efektif perlu dijalankan bagi mengenalpasti gambaran produk akhir yang akan dihasilkan. Sehubungan dengan itu, fasa ini merupakan satu peringkat yang memperincikan secara lengkap berkenaan reka bentuk sesebuah aplikasi bagi membantu dalam proses pembangunan aplikasi untuk memenuhi spesifikasi keperluan sistem. Jadual 1 menunjukkan spesifikasi reka bentuk yang dilaksanakan dalam pembangunan aplikasi ini.

Jadual 1: Spesifikasi Reka Bentuk

Bil.	Bahagian Reka Bentuk	Penerangan
1.	Reka Bentuk Seni Bina Aplikasi	Bagi pembinaan reka bentuk ini, model konseptual dibina bagi melihat pembangunan aplikasi segala menyeluruh dari sudut penggunaan perisian, Bahasa pengaturcaraan, data yang terlibat dan fungsi aplikasi. Proses pembangunan aplikasi AR bersama Vuforia juga digambarkan dalam rajah bagi melihat bagaimana AR itu dapat berfungsi di dalam aplikasi.
2.	Reka Bentuk Pangkalan Data	Antara pangkalan data yang digunakan dalam Aplikasi AR ini adalah Pangkalan Data Awan Firebase. Firebase ini digunakan bagi penyimpanan data pengguna bagi fungsi log masuk dan daftar akaun di dalam aplikasi. Bagi penyimpanan imej penanda AR, kajian ini menggunakan Pangkalan Data Awan Vuforia. Data E-Dagang tidak akan berada di dalam pangkalan data dan data tersebut disimpan di dalam format CSV.
3.	Reka Bentuk Antara Muka	Proses ini melibatkan penghasilan antara muka yang lengkap untuk memenuhi spesifikasi keperluan pengguna dengan menggunakan perisian atau peranti pengkomputeran yang bersesuaian. Pada akhir proses ini, aplikasi prototaip AR Visualisasi Data dapat dihasilkan.
4.	Reka Bentuk Algoritma	Aplikasi AR Visualisasi Data ini memiliki algoritma yang melibatkan AI iaitu model pembelajaran mesin. Model pembelajaran mesin yang digunakan di

dalam aplikasi ini adalah untuk meramal keuntungan perniagaan berdasarkan Data E-Dagang. Terdapat beberapa proses yang melibatkan pengimplementasian ilmu pengetahuan sains data bagi menghasilkan data yang berkualiti dan analisis yang efektif. Oleh itu, penerangan bagi penghasilan algoritma model pembelajaran mesin akan diperincikan pada bahagian reka bentuk ini melalui peringkat proses sains data dengan menggunakan rangka kerja O.S.E.M.N.

#### 4.1.4 Fasa Implementasi

Untuk mencapai objektif utama projek ini, terdapat beberapa implementasi yang efektif telah dilaksanakan. Fungsi utama untuk aplikasi yang akan dibangunkan adalah:

1. Fungsi Visualisasi Data menggunakan AR yang interaktif dan informatif.
2. Fungsi Ramalan Keuntungan bagi Data E-Dagang.

Jadual 2 menunjukkan senarai implementasi yang digunakan dalam pembangunan aplikasi ini.

Jadual 2: Spesifikasi Reka Bentuk

Bil.	Implementasi	Penerangan	Objektif yang ingin dicapai
1.	Implementasi Fungsi Augmentasi Realiti bersama Vuforia Engine	Vuforia Engine adalah satu platform perisian yang digunakan untuk menghasilkan aplikasi AR. Untuk mewujudkan fungsi Vuforia di dalam Unity, Vuforia SDK perlu dipasang terlebih dahulu ke dalam Unity atau kemas kini SDK tersebut kepada versi yang terkini. Sekiranya langkah ini tidak dibuat, fungsi AR tidak akan dapat dijalankan.	Fungsi Visualisasi Data menggunakan AR yang interaktif dan informatif.
2.	Implementasi aset Unity Graph and Chart	Pengimplementasian aset ini memudahkan dalam penyediaan graf dan carta 3D/2D yang menarik. Berikut adalah carta/graf yang digunakan di dalam aplikasi menggunakan aset ini: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Carta Bar 3D</li> <li>ii. Carta Pai 2D &amp; 3D</li> <li>iii. Carta Garisan 2D &amp; 3D</li> </ol> Bagi plot hamparan 3D, ia tidak menggunakan sebarang aset Unity dan ia dihasilkan dengan menggunakan pengaturcaraan yang sendiri.	Fungsi Visualisasi Data menggunakan AR yang interaktif dan informatif.



3.	Implementasi Fungsi Interaktif dan Informatif	Bagi aplikasi AR ini, fungsi interaktif dan informatif telah diimplementasikan bagi mengatasi permasalahan yang berlaku pada waktu sebelum ini. Fungsi interaktif dan informatif tersebut adalah: <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Paparan Maklumat berkenaan Ringkasan Visualisasi Data (info kualiti data)</li> <li>i. Paparan Maklumat berkenaan titik data yang diinteraksi.</li> </ul>	Fungsi Visualisasi Data menggunakan AR yang interaktif dan informatif.
4.	Implementasi Fungsi Ramalan Keuntungan	Ramalan Keuntungan di dalam aplikasi adalah output yang diperolehi setelah melaksanakan proses pembelajaran mesin terhadap data E-Dagang menggunakan ramalan siri masa model ARIMA. Proses ini dijalankan di Jupyter Notebook menggunakan Python dan data yang telah diramal itu disimpan di dalam format CSV bagi tujuan pembacaan data di aplikasi AR tersebut. Perkara ini menunjukkan bahawa pemrosesan pembelajaran mesin tidak dijalankan di dalam aplikasi tetapi di luarnya bagi mengelakkan aplikasi ini terlalu berat dan kompleks.	Fungsi Ramalan Keuntungan bagi Data E-Dagang.
5.	Implementasi Firebase	Bagi aplikasi AR ini, implementasi Firebase digunakan di bahagian log masuk dan daftar akaun aplikasi.	Memenuhi syarat keselamatan bagi keperluan bukan fungsian bagi Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang

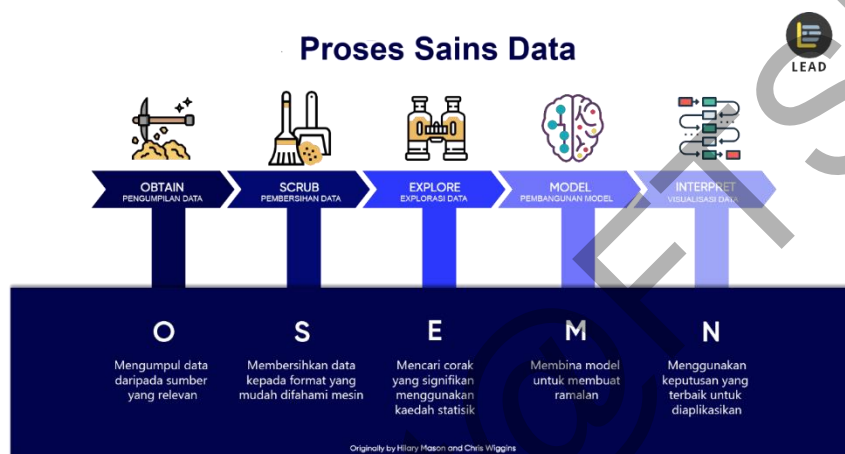
Pada akhir fasa implementasi ini akan terbangunnya sebuah aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang yang memiliki fungsi yang interaktif dan informatif serta berkemampuan menghasilkan ramalan keuntungan pada tahun-tahun akan datang.

#### 4.1.5 Fasa Pengujian

Fasa Pengujian pula adalah peringkat yang dijalankan untuk melaksanakan pengujian bagi setiap fungsian yang telah diimplementasikan dengan mengenalpasti ralat yang berlaku dalam aplikasi. Setiap pengujian dijalankan terhadap aplikasi ini amatlah teliti demi mencapai objektif aplikasi dengan sebaiknya. Pengenalpastian ralat pada fasa pengujian amat signifikan dalam membantu memperbaiki aplikasi ini untuk menjadikan aplikasi ini lancar dan efektif buat pengguna.

## 4.2 METODOLOGI SAINS DATA

Bagi penyediaan data E-Dagang ke dalam aplikasi, data tersebut terlebih dahulu akan melalui metodologi sains data berdasarkan rangka kerja O.S.E.M.N. Rangka kerja ini dilakukan secara berfasa dan berperingkat. Fasa tersebut adalah pengumpulan data, pembersihan data, explorasi data, permodelan data dan penginterpretasian data melalui visualisasi. Rajah 3 menunjukkan proses sains data mengikut rangka kerja O.S.E.M.N.



Rajah 3: Proses Sains Data

Sumber: <https://towardsdatascience.com/5-steps-of-a-data-science-project-lifecycle-26c50372b492>

### 4.2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data ialah proses mengumpul dan mengukur maklumat berdasarkan pembolehubah ditetapkan dalam perancangan sesebuah sistem atau kajian yang membolehkan menjawab soalan relevan serta menilai keputusan yang berkemungkinan. Oleh itu, projek ini berfokus kepada pengumpulan data E-Dagang untuk dijadikan sebagai bahan proses kajian. Data tersebut telah dipilih kerana penggunaan AR di dalam bidang kajian ini adalah sangat besar. Untuk mendapatkan Data Raya bagi Data E-Dagang ini, ia boleh diperolehi melalui laman web Kaggle, Tableau dan beberapa platform lagi yang menyediakan data terbuka.

### 4.2.2 Pembersihan Data

Pembersihan data adalah satu proses mengenalpasti, memperbetulkan atau membuang data yang tidak tepat di dalam sesebuah set data. Sekiranya data tidak menjalani proses ini, ia akan

memberi kesan kepada keputusan data yang diproses dengan menghasilkan data yang tidak relevan dan tidak boleh dipercayai. Proses pembersihan data adalah sangat signifikan bagi membantu pemrosesan data untuk memastikan ia lebih efisien dan menyediakan keputusan yang efektif. Jadual 3 menunjukkan teknik pra-pemrosesan yang dijalankan bagi Data E-Dagang untuk mewujudkan data yang berkualiti untuk kegunaan proses seterusnya.

Jadual 3: Teknik Pra Pemrosesan Data E-Dagang

Bil.	Teknik Pra Pemrosesan	Penerangan	Algoritma digunakan (Python)
1.	Kumpulkan data yang mempunyai tarikh yang sama.	Data duplikasi dapat dielakkan dan penyelarasan data dapat dilaksanakan. Jumlahkan kesemua keuntungan jualan mengikut rekod tarikh yang sama.	Kumpulkan rekod mengikut tarikh dan tambahkan nilai keuntungan data tersebut mengikut kumpulan: ecom_sales_new = ecom_sales.groupby('Order Date')['Profit'].sum().reset_index()
2.	Menetapkan siri masa sebagai index data	Rekod Data E-Dagang akan berpandukan tarikh sebagai index terbaru mereka.	Penetapan attribut 'Order Date' sebagai index terbaru:- ecom_sales_new = ecom_sales_new.set_index('Order Date') ecom_sales_new.index
2.	Penyelarasan Data melalui teknik 'Resample'	Membuat pengusunan semula rekod data E-Dagang mengikut tarikh permulaan bagi setiap bulan disusuli dengan purata keuntungan jualan pada bulan tersebut.	Penyusunan semula Data E-Dagang menggunakan 'MS':- ecom = ecom_sales_new['Profit'].resample('MS').mean()

#### 4.2.3 Explorasi Data

Eksplorasi data merupakan satu proses pendekatan yang sama seperti data analisis pada peringkat awal untuk menyiasat ciri-ciri data. Proses ini dilaksanakan sebelum pemrosesan analisis statistik dan pembangunan model pembelajaran mesin. Fasa eksplorasi data ini adalah peringkat yang sangat penting dalam kitaran hidup sains data kerana melalui dengan cara ini, ciri-ciri data dapat dikenalpasti dengan lebih baik dan memudahkan proses dijalankan untuk peringkat seterusnya. Antara perkara yang akan dilihat dan dikaji bagi Data E-Dagang dalam proses eksplorasi data ini adalah:

- i. Jumlah keuntungan jualan dari segi bulanan dan tahunan
- ii. Perbandingan keuntungan jualan berdasarkan kategori barangan.

#### 4.2.4 Permodelan Data

Pemodelan data adalah proses meramalkan struktur daripada sesuatu kumpulan data tertentu, dengan tujuan untuk mencari corak yang berguna melalui korelasi, kelompok, vektor eigen, dan sebagainya. Proses ini juga berfokus untuk meramalkan sifat kejadian yang tidak pernah dilihat sebelumnya dan perkara ini boleh dibuat melalui teknik klasifikasi, regresi dan pengesanan anomali. Bagi model pembelajaran mesin yang dipilih, ia perlu mencari 'hyperparameter' yang paling optimum untuk mewujudkan nilai ketepatan yang bagus. Ralat sesebuah model juga boleh dilihat melalui nilai 'Mean Squared Error' dan 'Root Mean Squared Error'.

Untuk kajian ini, model ARIMA akan digunakan bagi meramal nilai keuntungan berdasarkan Data E-Dagang. Penghasilan model yang terbaik bagi model ini, ia memerlukan beberapa langkah latihan dan penilaian yang perlu dilakukan. Bagi output model ini, ia boleh dinilai ketepatannya melalui proses analisis nilai ralat dalam ramalan. Terdapat dua cara atau teknik pengukuran ralat yang biasa digunakan bagi model ini. Jadual 4 menunjukkan dua teknik pengukuran ralat bagi model ARIMA.

Jadual 4: Cara Pengukuran Ralat Model ARIMA.

Bil.	Teknik Pengukuran Ralat	Penerangan	Formula
1.	'Root Mean Square Error' (RMSE)	Mengukur sisihan piawai model ramalan dengan label yang sebenar.	$RMSE(X, h) = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (h(x^{(i)}) - y^{(i)})^2}$
2.	'Mean Absolute Error' (MAE)	Mengukur purata magnitud ralat di dalam set ramalan. Ia adalah purata berdasarkan ujian sampel perbezaan mutlak antara ramalan dengan pemerhatian sebenar yang mana kesemua perbezaan individu memiliki berat atau 'weight' yang sama.	$MAE(X, h) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m  h(x^{(i)}) - y^{(i)} $

Penilaian bagi kedua-dua teknik ini perlu dilakukan bagi mengenalpasti ketepatan model ramalan yang dihasilkan itu adalah efektif atau tidak. Model ini juga mengaplikasikan teknik carian grid bagi mendapatkan nilai parameter model yang paling optimum yang mampu menghasilkan ramalan yang terbaik.

#### **4.2.5 Interpretasi dan Visualisasi Data**

Peringkat akhir untuk proses sains data adalah interpretasi model dan data. Kekuatan sesebuah ramalan itu terletak kepada model yang berkemampuan untuk melihat corak umum bagi sesuatu set data. Proses interpretasi data ini adalah merupakan satu proses untuk mempersembahkan data berdasarkan penemuan yang dijumpai melalui proses sains data daripada peringkat awal hingga ke peringkat yang akhir.

Salah satu inisiatif untuk membawa interpretasi Data E-Dagang ke peringkat yang lebih tinggi adalah dengan memvisualisasikan data tersebut dengan menggunakan teknologi AR. Dengan penghasilan Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang, ia mampu meningkatkan lagi kefahaman dari segi persepsi dan kognitif pengguna terhadap data tersebut dengan adanya fungsi untuk berinteraksi dengan data bagi mengeluarkan maklumat yang lebih informatif. Visualisasi data dalam aplikasi ini membolehkan pengguna untuk melihat data dari pelbagai sudut pandangan.

## **5 HASIL KAJIAN**

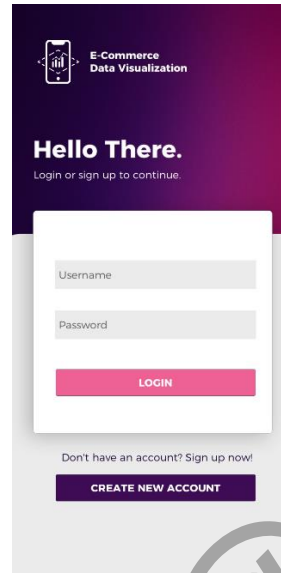
### **5.1 Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang**

Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang merupakan aplikasi yang bertujuan menyediakan fungsi visualisasi data dalam bentuk yang lebih interaktif dan informatif dalam bentuk AR dan juga visualisasi data 2D. Permasalahan seperti ketiadaan dimensi kedalaman dan juga limitasi-limitasi yang lain dalam penyampaian visualisasi data 2D telah mencetuskan idea untuk mengimplementasikan pendekatan yang baharu iaitu dengan menggunakan teknologi AR dalam visualisasi data. Penggunaan AR sememangnya sangat membantu dalam mewujudkan visualisasi yang lebih unik dan menarik perhatian pengguna dalam masa yang sama menyediakan maklumat yang lengkap dan jelas.

#### **5.1.1 Log Masuk**

Pengguna yang memiliki akaun boleh memasuki ke menu utama aplikasi dengan memasukkan nama pengguna dan kata laluan yang betul. Pengguna tidak boleh mengakses ke skrin utama

sekiranya maklumat akaun yang dimasukkan salah atau masih tidak berdaftar sebagai pengguna aplikasi. Perkara ini adalah sebagai langkah untuk memastikan ciri keselamatan dapat diutamakan. Rajah 4 menunjukkan antara muka untuk log masuk bagi aplikasi ini.

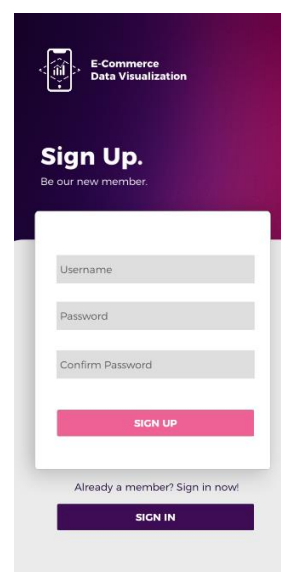


The screenshot shows a mobile application interface for 'E-Commerce Data Visualization'. At the top, there is a purple header with a logo and the text 'E-Commerce Data Visualization'. Below the header, the text 'Hello There.' is displayed, followed by 'Login or sign up to continue.'. The main content area is a white card containing two input fields: 'Username' and 'Password'. Below these fields is a pink button labeled 'LOGIN'. At the bottom of the card, there is a link that says 'Don't have an account? Sign up now!' and a purple button labeled 'CREATE NEW ACCOUNT'.

Rajah 4: Log Masuk Aplikasi

### 5.1.2 Daftar Masuk

Bahagian ini pula membenarkan pengguna untuk mendaftar akaun baharu di aplikasi. Rajah 5 menunjukkan antara muka bagi daftar masuk untuk aplikasi ini.

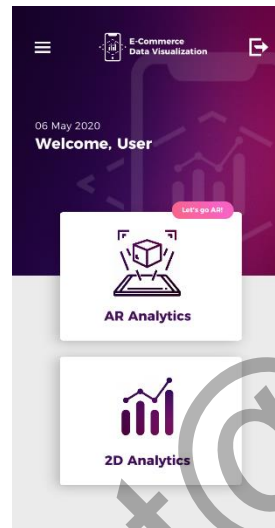


The screenshot shows a mobile application interface for 'E-Commerce Data Visualization'. At the top, there is a purple header with a logo and the text 'E-Commerce Data Visualization'. Below the header, the text 'Sign Up.' is displayed, followed by 'Be our new member.'. The main content area is a white card containing three input fields: 'Username', 'Password', and 'Confirm Password'. Below these fields is a pink button labeled 'SIGN UP'. At the bottom of the card, there is a link that says 'Already a member? Sign in now!' and a purple button labeled 'SIGN IN'.

Rajah 5: Daftar Masuk Aplikasi

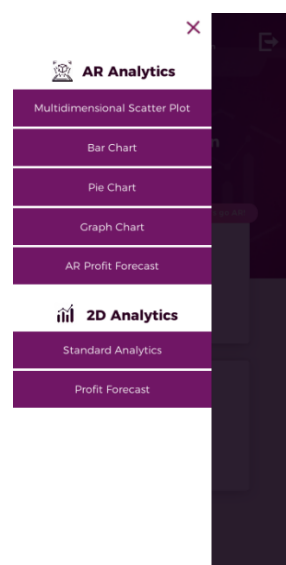
### 5.1.3 Menu Utama

Pada bahagian menu utama, nama pengguna dan tarikh terkini dipaparkan di bahagian atas. Terdapat dua butang utama iaitu “AR Analytics” dan juga “2D Analytics”. Di bahagian atas kiri skrin, terdapat butang ke menu navigasi manakala di bahagian kanan skrin tersebut adalah butang untuk log keluar akaun. Rajah 6 menunjukkan antara muka menu utama aplikasi.



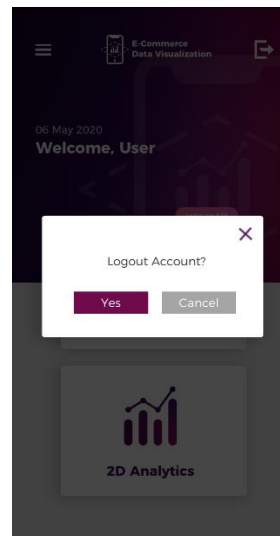
Rajah 6: Menu Utama Aplikasi

Aplikasi ini juga menyediakan menu navigasi yang berfungsi untuk mengakses ke skrin-skrin utama aplikasi. Rajah 7 menunjukkan antara muka menu navigasi aplikasi ini.



Rajah 7: Menu Navigasi Aplikasi

Rajah 8 menunjukkan kotak timbul yang dipaparkan sekiranya pengguna menekan butang log keluar.



Rajah 8: Kotak timbul untuk log keluar akaun.

#### 5.1.4 Analitik AR

Analitik AR merupakan fungsi utama aplikasi yang memaparkan visualisasi data E-Dagang dalam bentuk AR. Aplikasi ini menggunakan AR berpenanda yang memerlukan sasaran imej untuk mengeluarkan objek atau paparan visualisasi data secara AR. Rajah 9 menunjukkan sasaran imej yang digunakan bagi aplikasi ini.



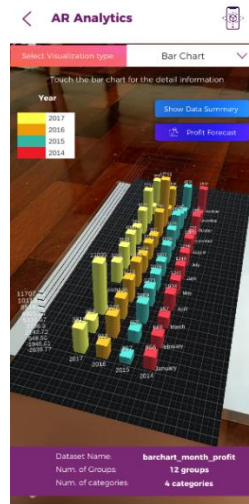
Rajah 9: Sasaran imej visualisasi data AR

Kesemua fungsi visualisasi AR visualisasi data ini menggunakan imej penanda yang sama seperti rajah 9. Sekiranya imej penanda tidak dapat disediakan maka visualisasi data AR juga tidak dapat dijalankan.



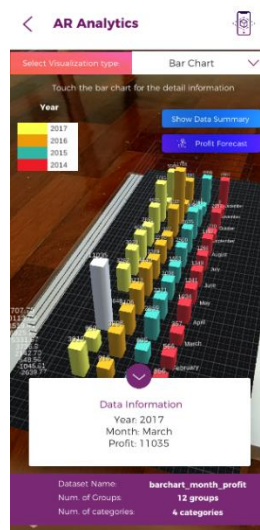
### a. Carta Bar AR

Rajah 10 menunjukkan carta bar AR bagi aplikasi ini yang merupakan hasil implemetasi penggunaan aset Graph and Chart Unity.



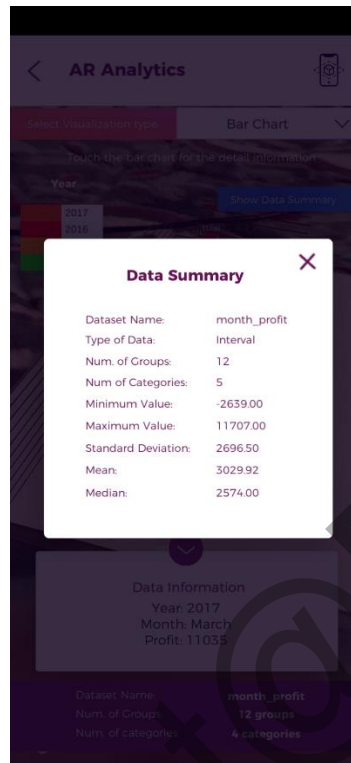
Rajah 10: Carta bar AR

Pengguna boleh berinteraksi dengan carta bar tersebut untuk mengeluarkan informasi berkenaan perincian sesuatu data itu. Pengguna hanya perlu menekan sesuatu bar pada carta bar AR tersebut dan informasi tentang data itu dapat dipaparkan. Rajah 11 menunjukkan gambaran perincian informasi yang dikeluarkan sekiranya salah satu bar disentuh oleh pengguna. Paparan maklumat tersebut akan terletak di bawah skrin berbentuk kad. Pengguna juga boleh menyembunyikan semula kad tersebut dengan hanya menekan butang anak panah ke bawah.



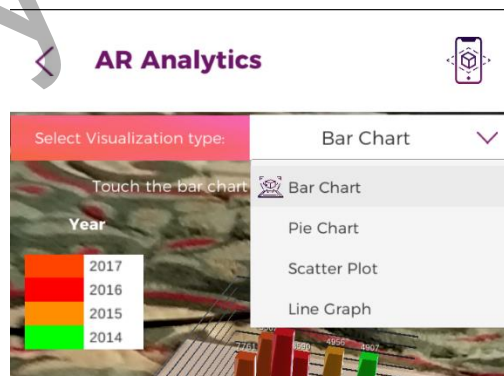
Rajah 11: Perincian data bagi Carta Bar

Bagi fungsi paparan ringkasan data bagi carta bar pula pengguna boleh menekan butang “Data Summary” untuk mengeluarkan maklumat tersebut. Rajah 12 menunjukkan ringkasan data bagi carta bar tersebut.



Rajah 12: Ringkasan data bagi Carta Bar

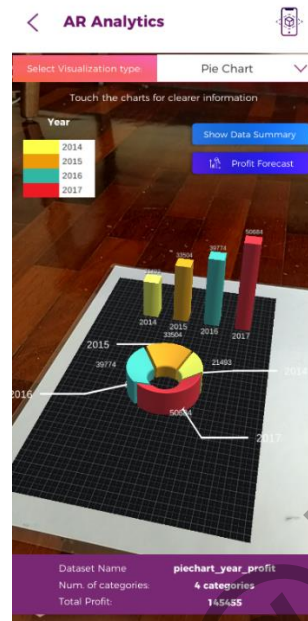
Di bahagian atas skrin terdapat satu kotak kombo yang membantu pengguna untuk mengakses ke skrin visualisasi data AR yang lain. Rajah 13 menunjukkan kotak kombo yang ada pada skrin tersebut.



Rajah 13: Kotak kombo visualisasi data AR

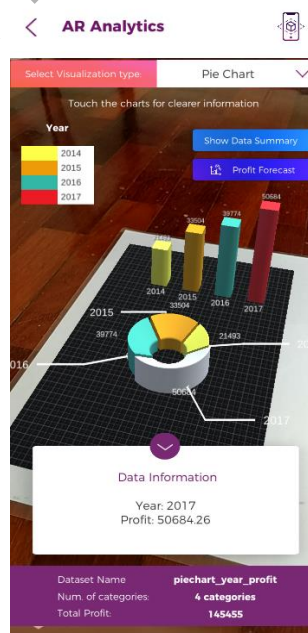
## b. Carta Pai AR

Rajah 14 menunjukkan paparan visualisasi data AR bagi carta pai.



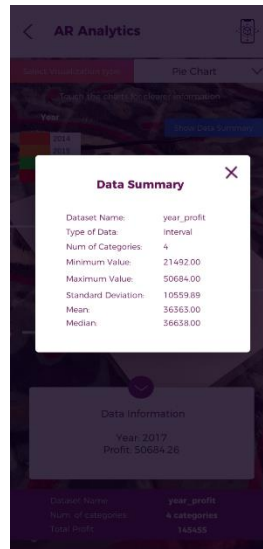
Rajah 14: Carta Pai AR

Bagi carta pai ini juga, pengguna boleh berinteraksi dengan visualisasi data tersebut untuk mengeluarkan informasi berkenaan bahagian pecahan carta pai tersebut. Rajah 15 menunjukkan gambaran perincian informasi yang dikeluarkan apabila carta pai itu disentuh oleh pengguna.



Rajah 15: Perincian data bagi Carta Pai

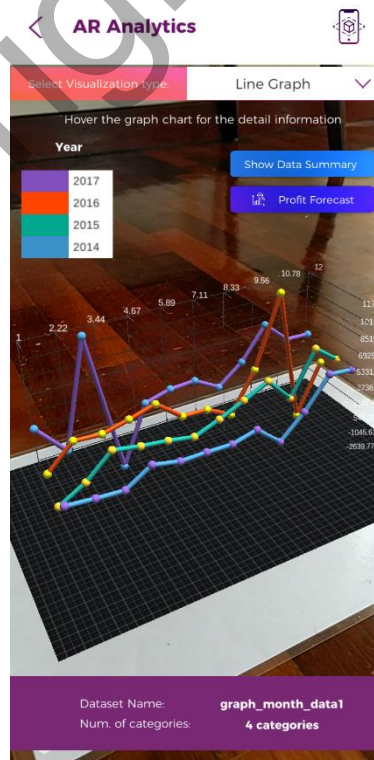
Rajah 16 menunjukkan ringkasan data bagi carta pai tersebut apabila butang “Data Summary” ditekan oleh pengguna.



Rajah 16: Ringkasan data bagi Carta Pai

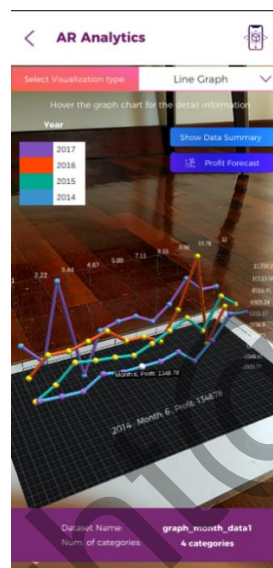
### c. Carta Garisan AR

Rajah 17 menunjukkan paparan visualisasi data AR bagi carta garisan AR.



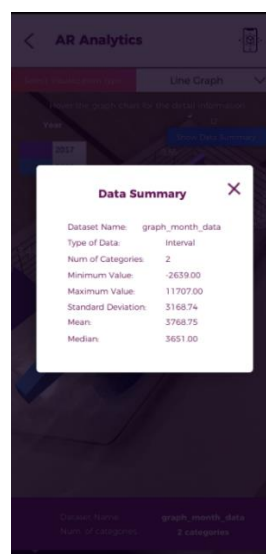
Rajah 17: Carta Garisan AR

Bagi carta garisan AR, perincian informasi yang dikeluarkan adalah sedikit berbeza berbanding carta-carta yang lain kerana ia tidak dipaparkan dalam bentuk kad. Informasi yang dikeluarkan adalah berbentuk tulisan sahaja beserta warna yang kontras dibelakang tulisan tersebut. Tulisan di sebelah kiri mewakili bulan manakala di sebelah kanan mewakili nilai keuntungan yang dicapai pada bulan tersebut. Rajah 18 menunjukkan gambaran perincian informasi yang dikeluarkan apabila carta garisan itu diinteraksi oleh pengguna.



Rajah 18: Perincian data bagi Carta Garisan AR

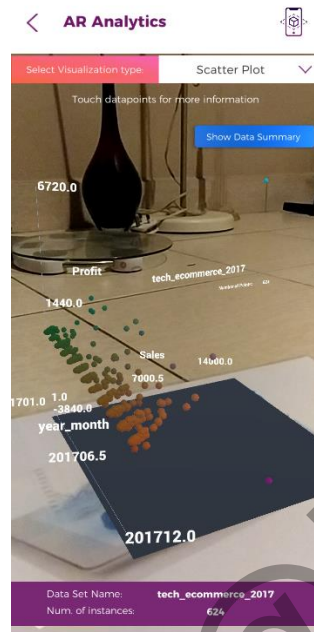
Rajah 19 menunjukkan ringkasan data bagi carta garisan AR tersebut.



Rajah 19: Ringkasan data bagi Carta Garisan

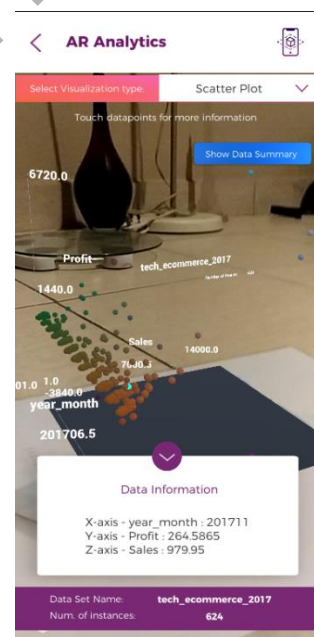
#### d. Plot Hamparan AR

Rajah 20 menunjukkan paparan visualisasi data AR bagi hamparan plot 3D.



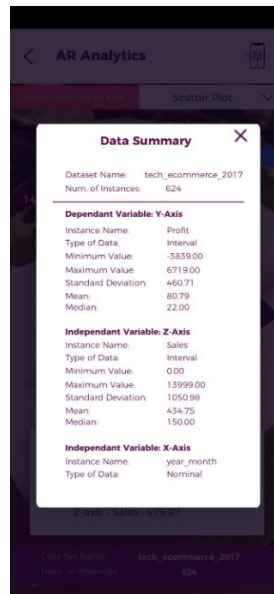
Rajah 20: Hamparan Plot AR

Bagi hamparan plot ini pula, pengguna juga boleh berinteraksi dengan visualisasi data tersebut untuk mengeluarkan informasi berkenaan sesuatu titik data. Rajah 21 menunjukkan gambaran perincian informasi yang dikeluarkan apabila titik data itu disentuh oleh pengguna.



Rajah 21: Perincian data bagi Carta Pai

Rajah 22 menunjukkan ringkasan maklumat bagi hamparan plot tersebut.



Rajah 22: Ringkasan data bagi Carta Pai

### 5.1.5 Analitik 2D

Bagi fungsi analitik 2D pula adalah ringkas sahaja yang mana pada skrin ini mempunyai hanya dua visualisasi data iaitu carta pai dan carta garisan dalam berbentuk 2D. Di dalam skrin ini juga terpapar jumlah keuntungan bagi kesemua tahun untuk jualan barangan teknologi dan juga purata keuntungan tahunan. Rajah 23 menunjukkan antara muka analitik 2D bagi aplikasi ini.



Rajah 23: Analitik 2D

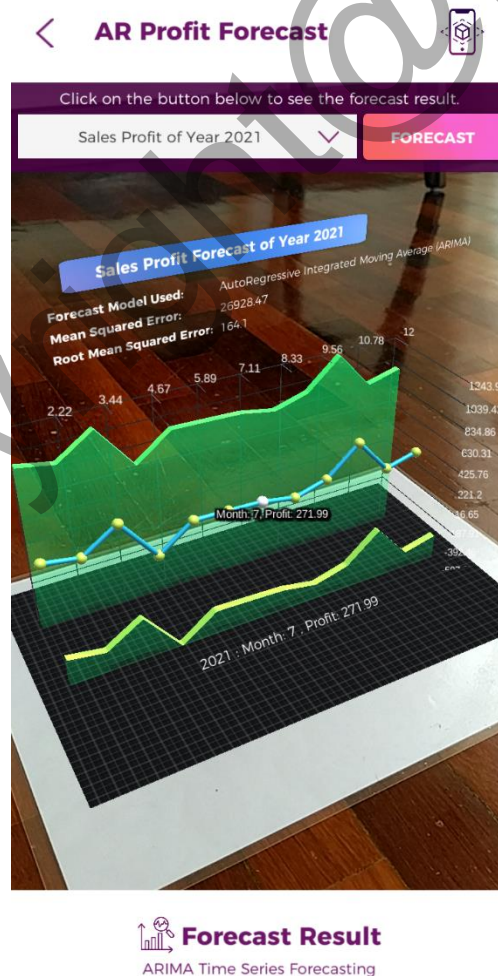


### 5.1.6 Ramalan Keuntungan

Fungsi ramalan keuntungan merupakan juga bahagian utama aplikasi bagi memaparkan ramalan jumlah keuntungan jualan pada tahun-tahun akan datang, Aplikasi ini menyediakan dua jenis ramalan keuntungan iaitu secara visualisasi 2D dan AR. Pendekatan yang berbeza ini mampu membantu memahami data tersebut dengan lebih mendalam serta menarik.

#### a. Visualisasi Ramalan Keuntungan menggunakan AR

Rajah 24 menunjukkan visualisasi AR bagi data ramalan keuntungan E-Dagang. Data tersebut boleh diinteraksi bagi memaparkan informasi yang lebih banyak. Di bahagian atas skrin, terdapat kombo yang membolehkan pengguna untuk memilih tahun untuk diramal dan seterusnya tekan pada butang "FORECAST".



Rajah 24: Visualisasi AR bagi Fungsi Ramalan Keuntungan



## b. Visualisasi Ramalan Keuntungan secara 2D

Untuk bahagian ini, paparan data tersebut adalah sama seperti data pada ramalan keuntungan AR. Ia hanya berbeza di bahagian pengimplementasi teknik visualisasi yang mana bahagian ini menggunakan teknik 2D.

Rajah 25 menunjukkan visualiasi 2D bagi ramalan keuntungan E-Dagang. Di bahagian tengah skrin, terdapat juga kotak kombo yang membenarkan pengguna untuk memilih tahun yang ingin diramal keuntungannya dan tekan pada butang "FORECAST" untuk memaparkan data ramalan.



Rajah 25: Visualiasi AR bagi Fungsi Ramalan Keuntungan

## 5.2 Prestasi Model Pembelajaran Mesin (ARIMA)

Untuk mencari ketepatan data siri masa bagi ramalan tersebut menggunakan ARIMA, matlamat utama bagi langkah yang pertama model adalah dengan mencari nilai “*metric of interest*” atau metrik minat yang optimum bagi fungsi:

$$\text{ARIMA}(p,d,q)(P,D,Q)_s$$

Teknik ini menggunakan carian grid bagi mengeksplorasi data dengan gabungan pelbagai parameter sehingga nilai matlamat itu tercapai. Bagi setiap kombinasi parameter, model ARIMA akan disesuaikan menggunakan fungsi SARIMAX( ) daripada modul “*statsmodel*” and menilai kualiti parameter itu secara keseluruhannya. Rajah 26 menunjukkan penulisan aturcara bagi pencarian nilai matrik minat yang optimum.

```
for param in pdq:
    for param_seasonal in seasonal_pdq:
        try:
            mod = sm.tsa.statespace.SARIMAX(econ,
                                            order=param,
                                            seasonal_order=param_seasonal,
                                            enforce_stationarity=False,
                                            enforce_invertibility=False)

            results = mod.fit()

            print('ARIMA{0}x{1}12 - AIC:{2}'.format(param, param_seasonal, results.aic))
        except:
            continue
```

Rajah 26: Pencarian metrik minat yang optimum

Rajah 27 menunjukkan contoh output yang dihasilkan untuk carian nilai metrik optimum.

```
ARIMA(1, 1, 0)x(1, 0, 1, 12)12 - AIC:1406.170280886325
ARIMA(1, 1, 0)x(1, 1, 0, 12)12 - AIC:316.09413416974314
ARIMA(1, 1, 1)x(0, 0, 0, 12)12 - AIC:581.1841479513987
ARIMA(1, 1, 1)x(0, 0, 1, 12)12 - AIC:5940.171626109858
ARIMA(1, 1, 1)x(0, 1, 0, 12)12 - AIC:450.25406642822605
ARIMA(1, 1, 1)x(1, 0, 0, 12)12 - AIC:448.5680221538713
ARIMA(1, 1, 1)x(1, 0, 1, 12)12 - AIC:2534.330574615973
ARIMA(1, 1, 1)x(1, 1, 0, 12)12 - AIC:305.1359719413757
```

Rajah 27: Keputusan parameter bagi nilai metrik minat

Berdasarkan rajah 27 tersebut, berikut adalah nilai parameter yang terpilih yang memiliki jumlah skor AIC yang terendah:-

ARIMA(1, 1, 1)x(1, 1, 0, 12)12 - AIC:305.1359719413757

Setelah parameter yang paling optimum dikenalpasti, parameter tersebut akan disesuaikan dalam model ARIMA. Perkara ini akan membawa kepada model yang paling sesuai untuk data siri masa E-Dagang. Selesainya cara ini juga, proses untuk menganalisis model secara mendalam boleh dilaksanakan. Rajah 28 menunjukkan penulisan aturcara bagi menganalisis prestasi model ini.

```
mod = sm.tsa.statespace.SARIMAX(ecom,
                                order=(1, 1, 1),
                                seasonal_order=(1, 1, 0, 12),
                                enforce_stationarity=False,
                                enforce_invertibility=False)

results = mod.fit()

print(results.summary().tables[1])
print(results.summary())
```

Rajah 28: Menganalisis prestasi model

Rajah 29 menunjukkan keputusan prestasi model apabila diproses bersama Data E-Dagang tersebut.

	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	-0.2990	0.189	-1.581	0.114	-0.670	0.072
ma.L1	-0.9297	0.484	-1.921	0.055	-1.878	0.019
ar.S.L12	-0.6029	0.493	-1.222	0.222	-1.570	0.364
sigma2	4.039e+04	2.08e+04	1.940	0.052	-420.581	8.12e+04

Statespace Model Results			
Dep. Variable:	Profit	No. Observations:	48
Model:	SARIMAX(1, 1, 1)x(1, 1, 0, 12)	Log Likelihood	-148.568
Date:	Thu, 28 May 2020	AIC	305.136
Time:	11:13:08	BIC	309.500
Sample:	01-01-2014	HQIC	306.164
	- 12-01-2017		
Covariance Type:	opg		

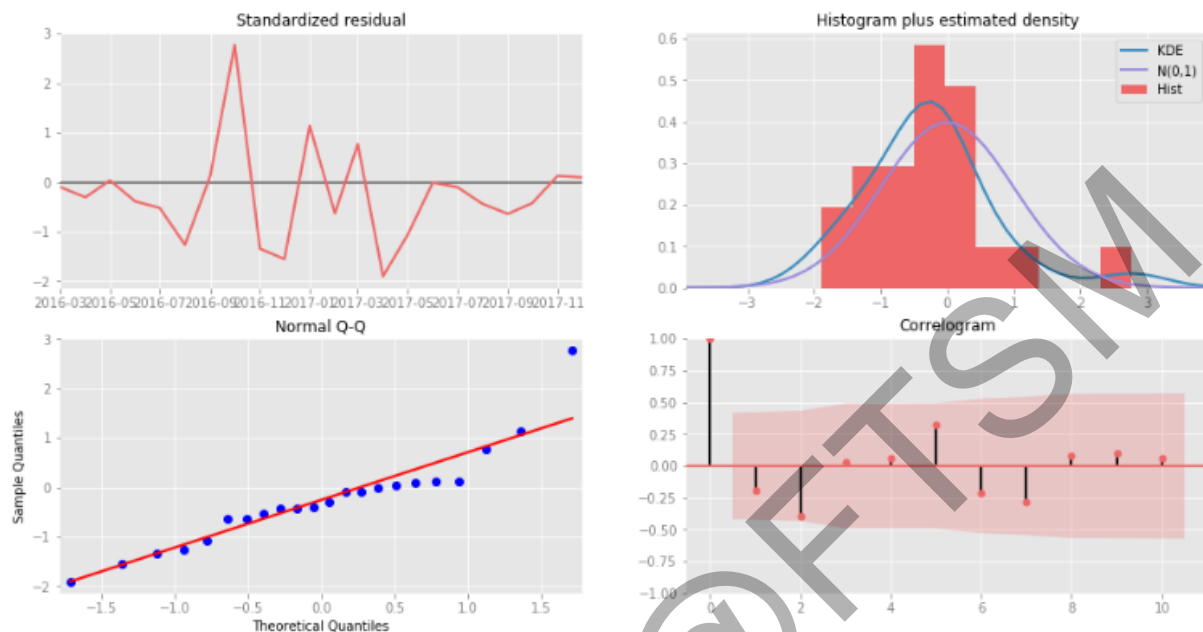
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	-0.2990	0.189	-1.581	0.114	-0.670	0.072
ma.L1	-0.9297	0.484	-1.921	0.055	-1.878	0.019
ar.S.L12	-0.6029	0.493	-1.222	0.222	-1.570	0.364
sigma2	4.039e+04	2.08e+04	1.940	0.052	-420.581	8.12e+04

Ljung-Box (Q):	nan	Jarque-Bera (JB):	9.74
Prob(Q):	nan	Prob(JB):	0.01
Heteroskedasticity (H):	0.38	Skew:	1.12
Prob(H) (two-sided):	0.23	Kurtosis:	5.37

Rajah 29: Prestasi model

Untuk memvisualisasikan prestasi data dengan lebih jelas, fungsi `plot_diagnostic()` boleh digunakan untuk menyelidik ciri-ciri data. Rajah 30 menunjukkan prestasi model apabila diproses bersama Data E-Dagang tersebut.



Rajah 30: Keputusan diagnostik model

Berdasarkan rajah tersebut, menunjukkan prestasi model bagi menjalankan ramalan adalah memuaskan dan tidaklah terlalu tepat. Perkara ini bergantung kepada corak data yang terdahulu bagi Data E-Dagang. Semakin banyak data dan corak yang sama dalam sesuatu siri masa, semakin bagus dan tepat ramalan itu dihasilkan. Rajah 31 menunjukkan penulisan aturcara bagi membuat ramalan 100 langkah ke hadapan (mengikut bulan) bermula daripada bulan Januari 2017.

```
pred_uc = results.get_forecast(steps=100)
pred_ci = pred_uc.conf_int()
ax = ecom.plot(label='observed', figsize=(14, 7))
pred_uc.predicted_mean.plot(ax=ax, label='Forecast')
ax.fill_between(pred_ci.index,
               pred_ci.iloc[:, 0],
               pred_ci.iloc[:, 1], color='k', alpha=.25)
ax.set_xlabel('Date')
ax.set_ylabel('Technology item Sales')
plt.legend()
plt.show()
```

Rajah 31: Ramalan Keuntungan Data E-Dagang

Rajah 32 menunjukkan graf ramalan keuntungan bagi Data E-Dagang yang dihasilkan berdasarkan rajah di atas tersebut.



Rajah 32: Graf Ramalan Keuntungan

Berdasarkan rajah di atas, ia menunjukkan bahawa semakin jauh ramalan itu dibuat, semakin tinggi ralat terhadap ramalan tersebut. Perkara tersebut boleh dilihat daripada pengembangan sempadan atas dan sempadan bawah ramalan tersebut. Jadual 5 menunjukkan nilai MSE dan RMSE bagi model ARIMA berdasarkan Data E-Dagang tersebut.

Jadual 5: Nilai MSE dan RMSE model ARIMA

Bil.	Teknik Pengukuran Ralat	Keputusan
1.	'Root Mean Square Error' (RMSE)	26928.47
2.	'Mean Absolute Error' (MAE)	165.1

Berdasarkan jadual 5, nilai-nilai pengukuran ralat menunjukkan jumlah yang agak banyak dan oleh sebab itulah ralat yang dihasilkan juga agak besar. Walaubagaimanapun, melalui keputusan ini juga ia membantu para pengguna untuk mengetahui corak siri masa yang dihasilkan untuk masa akan datang berdasarkan trend keuntungan yang masa yang lalu.

### 5.3 Keputusan Pengujian Kebolegunaan

Pengujian kebolegunaan adalah untuk menguji aplikasi berdasarkan kualiti dan reka bentuk aplikasi dengan menyasarkan kepada sasaran pengguna iaitu penganalisis data dan juga saintis data yang akan digunakan dalam dunia korporat. Bagi pengujian kebolegunaan bagi Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang, ia dijalankan secara atas talian menggunakan perisian Microsoft Teams. Penguji akan dibenarkan untuk mengakses ke skrin pembangun aplikasi bagi pengawalan dan penginteraksian terhadap aplikasi AR melalui kongsi skrin. Penguji juga

diperlukan untuk membuka borang soal selidik Google Form yang telah diberi untuk menjawab soalan berkenaan kebolehgunaan aplikasi secara berfasa mengikut arahan yang diberikan. Jadual 6 menunjukkan butiran mengenai pengujian kebolehgunaan Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang.

Jadual 6: Butiran pengujian kebolehgunaan

Item	Penerangan
<b>Skop Penguji</b>	Pelajar Fakulti Teknaologi Sains Maklumat (FTSM), Universiti Kebangsaan Malaysia
<b>Tarikh</b>	16-17 Jun 2020
<b>Peralatan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perisian: Aplikasi MS Teams (Pengujian Secara atas Talian)</li> <li>• Komputer riba</li> <li>• Telefon pintar</li> </ul>
<b>Ahli Yang Terlibat</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 Orang Penguji</li> </ul>
<b>Jenis Penilaian</b>	Soal Selidik (Rujuk pada Lampiran B)
<b>Dapatan Kajian</b>	<p>Berdasarkan daripada kajian soal selidik berkenaan kebolehgunaan aplikasi AR ini, data telah menunjukkan bahawa 100% penguji bersetuju bahawa fungsi Log Masuk dan Daftar masuk berjalan dengan baik. 100% penguji juga bersetuju fungsi analitik 2D seperti penginteraksian dan paparan data berfungsi dengan baik. Manakala bagi fungsian analitik 2D Ramalan Keuntungan, 100% penguji bersetuju bahawa fungsi kotak kombo pilihan tahun ramalan, butang ramal untuk visualisasi ramalan keuntungan, paparan nilai data melalui penginteraksian dan paparan ringkasan info model berfungsi dengan sepenuhnya di aplikasi ini. 100% penguji bersetuju bahawa fungsi paparan info tambahan dikeluarkan melalui penginteraksian dengan titik data AR berjalan dengan baik. 100% penguji juga bersetuju bahawa fungsi paparan ringkasan info dapat berfungsi dengan baik. 100% penguji turut bersetuju bahawa fungsi pengaksesan ke halaman teknik visualisasi AR yang lain melalui kotak kombo dapat berfungsi dengan lancar. Pada bahagian analitik AR Ramalan Keuntungan pula, 100% penguji juga bersetuju bahawa fungsi kotak kombo pilihan tahun ramalan, butang ramal untuk visualisasi ramalan keuntungan, paparan nilai data melalui penginteraksian dan paparan ringkasan info model berfungsi dengan lancar dan baik. Bagi kriteria umum pula, 3 daripada 6 penguji bersetuju bahawa aplikasi ini senang dan mudah difahami dan ia berada pada tahap yang memuaskan. 5 daripada 6 penguji sangat bersetuju bahawa antara muka aplikasi ini adalah menarik. Bagi komponen antara muka pula, 4 daripada 6 penguji sangat bersetuju bahawa ikon yang digunakan dalam aplikasi ini adalah sangat bersesuaian. Bagi kesesuaian penggunaan saiz dan font teks pula, terdapat 3 daripada 6 penguji yang sangat bersetuju akan kenyataan ini. Secara keseluruhannya, kesemua fungsi bagi aplikasi ini berjalan dengan lancar dan aplikasi ini juga berada pada tahap yang memuaskan buat para pengguna.</p>

## 6.0 KESIMPULAN

Rumusannya, Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang adalah berfokus untuk menjalankan satu inisiatif untuk menggabungkan elemen AR, Kecerdasan Buatan dan Data Raya. Melalui kajian yang dijalankan, dapat dikenalpasti bahawa AR dan visualisasi data adalah sangat signifikan untuk diintegrasikan bersama kerana kedua-dua mempunyai matlamat yang sama. Dengan adanya elemen AR ini, visualisasi data akan menjadi lebih efektif dan mampu mengatasi limitasi kognitif manusia. Perkara ini dapat diperjelaskan lagi dengan kebolehannya yang membenarkan pengguna untuk menganalisis data yang divisualisasikan dari pelbagai sudut pandangan.

Berdasarkan kajian yang dijalankan, Aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang yang telah dibangunkan ini memiliki kelebihan yang membolehkan pengguna untuk berinteraksi dengan sesuatu titik data dan mampu meramalkan keuntungan perniagaan mengikut tahun yang dipilih. Namun begitu, terdapat juga limitasi yang ada pada aplikasi iaitu Data E-Dagang tersebut tidak berfungsi secara masa nyata kerana aplikasi hanya memvisualisasikan data berdasarkan fail format CSV yang telah diproses dan tidak menggunakan pangkalan data. Model pembelajaran mesin ARIMA pula tidak berada di Pelayan web yang menyebabkan proses ramalan keuntungan di aplikasi tidak berlaku secara masa nyata. Aplikasi AR ini hanya mampu memaparkan ramalan keuntungan yang bergantung kepada keputusan proses ramalan yang dibuat terlebih dahulu diluar aplikasi.

Bagi penambahbaikan projek untuk membenarkan aplikasi ini memasuki dunia industri dan boleh dikomersialkan di peringkat global adalah dengan mewujudkan pangkalan data masa nyata untuk Data E-Dagang di aplikasi bagi memudahkan pengguna untuk mengemaskini set data mengikut spesifikasi mereka. Selain itu, mewujudkan aplikasi web berfungsi sebagai Pentadbir Web bagi pengendalian data aplikasi tersebut dapat dilaksanakan secara efektif dan efisien. Pengimplementasikan model pembelajaran mesin di Pelayan Web perlu dilaksanakan bagi membenarkan aplikasi membuat analisis ramalan secara masa nyata di aplikasi yang mana ia sangat membantu pengguna untuk menghasilkan sesuatu keputusan yang cepat, efektif dan berkesan. Perkara ini sememangnya menunjukkan bahawa kebolehpasaran aplikasi AR Visualisasi Data E-Dagang adalah berada pada tahap yang sangat memuaskan kerana ia merupakan salah satu inisiatif yang unik dalam masa yang sama berguna untuk meningkatkan lagi kefahaman pengguna terhadap sesuatu data itu.

## 7.0 RUJUKAN

- Dudkin, I. 2019. Augmented and Virtual Reality Data Visualization. Skywell Software. <https://skywell.software/blog/augmented-and-virtual-reality-data-visualization/>
- Gunzenhauser, A. 2019. AI+VR through The Eyes of a Marketer. Virtualitics. <https://www.virtualitics.com/aivr/>
- Gustaffon, M. & Odd O. 2018. Virtual Reality Data Visualization. Concepts, technologies and more. Halmstad University
- Haller, M., Billingham, M. & Thomas, B. H. 2007 Emerging Technologies of Augmented Reality: Interfaces and Design. Idea Group Publishing
- Huang, Z., Hui, P. & Peylo, C. 2014. When Augmented Reality Meets Big Data. HKUST-DT System and Media Laboratory, Hong Kong University of Science and Technology, Hong Kong.
- Khot, K. 2018. Get a glimpse of future using time series forecasting using Auto-ARIMA and Artificial Intelligence. Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/get-a-glimpse-of-future-using-time-series-forecasting-using-auto-arima-and-artificial-intelligence-273efabec6aa>
- Lau, C. H. 2019. 5 Steps of Data Science Project Lifecycle. Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/5-steps-of-a-data-science-project-lifecycle-26c50372b492>
- Nochai, R. & Nochai, T. 2006. ARIMA Model for Forecasting Oil Palm Price. Department of Agribusiness Administration, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Ladkrabang, Bangkok, Thailand.
- Olshannikova, E., Ometov, A., Koucheryavy, Y., & Thomas. 2015. Visualizing Big Data with augmented and virtual reality: challenges and research agenda. Journal of Big Data, a SpringerOpen Journal.
- Rouse, M. 2019. Definition of e-commerce (electronic commerce). SearchCIO. <https://searchcio.techtarget.com/definition/e-commerce>
- Sharma L. 2016. System Developmet Life Cycle, Waterfall Model. ToolsQA. <https://www.toolsqa.com/software-testing/waterfall-model/>
- Tran, T. 2014. AR with Vuforia. SlideShare. <https://www.slideshare.net/thanhitpro/ar-with-vuforia>
- Wesner, J. 2016. MAE and RMSE — Which Metric is Better? Mean Absolute Error versus Root Mean Squared Error. Medium. <https://medium.com/human-in-a-machine-world/mae-and-rmse-which-metric-is-better-e60ac3bde13d>