

## **APLIKASI ANALISIS KUALITI TIDUR MENGGUNAKAN KAEDAH PEMBELAJARAN MESIN**

Thasminy Thillainathan<sup>1</sup> & Ahmad Tarmizi Abdul Ghani<sup>2</sup>

*Fakulti Teknologi & Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 UKM Bangi,,  
Selangor Darul Ehsan, Malaysia*

### **ABSTRAK**

Tidur adalah salah satu bahagian yang paling penting dalam kehidupan. Setiap orang memerlukan jumlah tidur yang mencukupi untuk berfungsi dengan baik setiap hari. Walau bagaimanapun, hari ini ramai orang mengalami masalah tidur kerana jadual yang padat dan gaya hidup yang sibuk di mana orang ramai tidak dapat menjejaki kitaran tidur mereka dan merancang jadual tidur mereka mengikut keperluan badan mereka. Ini akhirnya membawa kepada kualiti tidur yang lemah dan dalam senario yang lebih teruk, menyebabkan masalah yang teruk seperti insomnia. Isu tidur ringan adalah perkara biasa di kalangan anak muda hari ini disebabkan oleh jumlah tekanan yang mereka hadapi. Isu sebegini lebih baik dirawat atau diambil langkah berjaga-jaga pada peringkat awal supaya ia tidak membawa kepada masalah yang lebih serius pada masa hadapan apabila orang ramai mungkin mula perlu berunding dengan doktor. Salah satu penyelesaian terbaik untuk situasi seperti ini ialah mempunyai aplikasi analisis tidur yang menganalisis kualiti tidur secara automatik setiap hari dan memberikan laporan tentang tabiat tidur. Ini akan memberi manfaat dalam mengambil langkah berjaga-jaga terlebih dahulu. Laporan ini terutamanya membincangkan tentang penggunaan kaedah pembelajaran mesin seperti CNN dalam domain analisis kualiti tidur. Penggunaan pembelajaran mesin semakin meluas dari hari ke hari dalam bidang sains data.

## PENGENALAN

Kualiti tidur didefinisikan sebagai kepuasan seseorang terhadap pengalaman tidur, menggabungkan aspek inisiasi tidur, pemeliharaan tidur, kuantiti tidur, dan kesegaran ketika bangun daripada tidur. (Kiran Paudel et al. 2022) Tidur adalah sebahagian daripada irama sirkadian dan dicirikan mengikut urutan beberapa tahap dan fungsi sistem saraf autonomi yang berkaitan. (Kathy L. Nelson et al. 2022) Ini adalah proses fisiologi yang kompleks yang wujud dalam setiap individu dan biasanya merangkumi hampir satu pertiga daripada jangka hayat seseorang individu. Setiap sistem dalam badan manusia, seperti peredaran darah, pernafasan, muskuloskeletal dan sistem saraf pusat biasanya diperbaiki semasa individu tersebut sedang tidur. Tidur juga memainkan peranan yang relevan dalam daya ingatan yang tinggi, pembelajaran yang efektif, perkembangan fizikal yang aktif, kestabilan emosi yang tinggi dan kualiti hidup yang seimbang.

Kualiti tidur kebiasaannya mempunyai makna yang berbeza dari satu orang ke orang lain. Bagi seseorang yang mempunyai masalah memulakan tidur, tempoh permulaan tidur mungkin merupakan penentu kualiti tidur yang paling kuat. Sebaliknya, kesukaran relatif untuk tidur mungkin sangat penting bagi seseorang yang tidurnya gelisah dan penuh dengan kebangkitan yang kerap. Walau bagaimanapun, hakikatnya kekurangan tidur yang berterusan menyebabkan penurunan kecekapan sistem imun dan meningkatkan risiko patologi kardiovaskular, darah tinggi, obesiti, deregulasi metabolik dan diabetes. Maka, penjagaan kualiti tidur yang baik adalah sangat penting untuk menjalani kehidupan yang seimbang.

Penjagaan kualiti tidur yang efektif dan baik merangkumi beberapa faktor seperti penjejakan jangka masa tidur, penjejakan fasa tidur dan penjejakan corak tidur pada setiap malam semasa tidur. Hal ini adalah agak sukar bagi orang ramai untuk memberi perhatian, kerana kehidupan yang sibuk yang dihadapi oleh masyarakat pada masa kini. Penjejak tidur, yang juga dikenali sebagai "Sleep Tracker" adalah sangat penting dalam kes ini agar seseorang individu sentiasa dapat menjaga kualiti tidur mereka. Penjejak tidur dapat memberikan informasi mengenai corak tidur seseorang individu dan membantu dalam memperbaiki tabiat tidur dan meningkatkan kualiti tidur, sekaligus memberi impak positif terhadap kehidupan individu tersebut. (Hopkins, J. 2022)

## **PENYATAAN MASALAH**

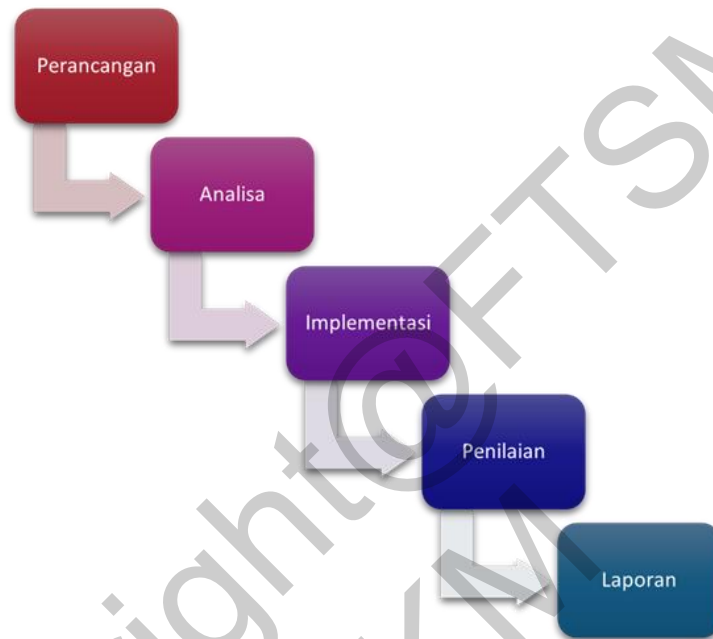
Menurut kajian tentang kualiti tidur yang kurang, terdapat hubungan yang signifikan antara kualiti hidup yang berkaitan dengan kesihatan dan kualiti tidur.. Hasil kajian ini menunjukkan kaitan antara kualiti tidur dan kesihatan mental dan kesihatan fizikal. Kesan kualiti tidur yang kurang lebih besar pada komponen mental daripada pada komponen fizikal. Kajian ini menyoroti pentingnya mempertimbangkan kualiti tidur dan mencegah masalah tidur dan masalah kualiti hidup yang berkaitan dengan kesihatan. (Violeta Clement-Carbonell et al. 2021) Tidur yang baik sangat penting untuk menjalani gaya hidup yang sihat. Walau bagaimanapun, penjejakan kualiti tidur bukan tugas yang mudah untuk dilaksanakan setiap hari. Tidur malam yang tidak selesa adalah sesuatu yang pasti dihadapi oleh setiap individu dari semasa ke semasa. Tetapi, orang ramai tidak dapat mengenalpasti faktor yang menyebabkan tidur malam yang baik and buruk Sehingga baru-baru ini, satu-satunya pilihan yang tersedia untuk menilai kualiti tidur adalah menyimpan buku harian tidur secara manual. Selain itu, ada juga pilihan untuk tinggal beberapa malam di klinik tidur untuk mempelajari tentang tabiat tidur seseorang individu. Langkah ini merupakan pilihan yang amat berkesan tetapi harganya mahal dan ramai orang tidak mampu untuk memilih cara tersebut. (Eatough, E. 2021).

## **OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif kajian ini adalah untuk membuat model yang dapat mengesan dan menjejak kualiti tidur malam seseorang individu. Metodologi pembelajaran mesin dicadangkan untuk melatih model yang mampu mengesan kualiti tidur seseorang dengan menjejak jangka masa tidur harian individu tersebut. Tujuan cadangan ini adalah untuk meneroka penggunaan pembelajaran mesin dalam kaedah mengesan kualiti tidur harian bagi setiap individu. Pengumpulan data yang berterusan diperlukan untuk menjejaki kualiti tidur harian and hal ini menjadikannya kurang praktikal untuk menganalisis data tidur secara manual. Selain itu, penjejak tidur dapat memberikan informasi tentang kualiti tidur setiap individu dan panduan kepada masyarakat mengenai petunjuk kualiti tidur yang baik sepanjang jangka hayat. Inisiatif ini boleh membantu setiap individu menjejak jangka masa tidur mereka dan mengesan kualiti tdur dengan lebih sistematik. Hal ini dapat membanti setiap orang untuk memperbaiki tabiat tidur mereka dan meningkatkan kualiti tidur masing-masing.

## METODOLOGI KAJIAN

Pendekatan kajian yang digunakan untuk projek pengesanan kualiti tidur adalah menggunakan reka bentuk pembangunan sistem Metodologi Kaedah Air Terjun. Rajah 1 menunjukkan Metodologi Kaedah Air Terjun di mana aktiviti untuk melaksanakan kajian ini mengikut urutan yang betul.



Rajah 1: Metodologi Air Terjun

### 1. FASA PERANCANGAN

Pada fasa awal perancangan, semua maklumat tentang kualiti tidur dikumpul dan pernyataan masalah dikenal pasti. Seterusnya, cadangan dan objektif kajian juga ditentukan agar setiap fasa seterusnya dapat dirancang tanpa sebarang gangguan sehingga projek dapat diselesaikan,

### 2. FASA ANALISA

Fasa Analisa berperanan untuk memahami set data yang dipilih dengan lebih teliti dan mengenalpasti kaedah atau model yang paling sesuai bagi pengesanan kualiti tidur. Fasa ini adalah dilakukan agar seluruh projek dapat dilaksanakan dengan lebih sistematik dan dapat memudahkan perancangan aliran projek seterusnya.

### 3. FASA IMPLEMENTASI

Pada fasa implementasi, aktiviti pembersihan data akan dilakukan agar data yang dilatih dan diuji seimbang. Segala aktiviti implementasi adalah berdasarkan maklumat dan dapatan daripada fasa pertama sehingga fasa ketiga. Kaedah atau model yang dipilih, iaitu Kaedah Pembelajaran Mesin akan diimplemtasikan dalam fasa ini juga. Maka, fasa implementasi adalah fasa yang paling penting dan mencabar berbanding fasa -fasa yang lain.

### 4. FASA PENILAIAN

Fasa penilaian adalah fasa di mana ketepatan model pengesanan yang dikaji akan ditentukan. Ketepatan yang tinggi menggambarkan model yang baik dan ketepatan yang rendah memerlukan penambahbaikan agar pengesanan yang efektif dapat dicapai.

### 5. FASA LAPORAN

Fasa ini merupakan fasa terakhir bagi kajian ini. Dalam fasa ini, setiap maklumat yang dikumpul dan aktiviti yang dilaksanakan akan disusun secara sistematik dan mengikut kronologi dalam bentuk laporan. Hal ini akan memudahkan proses membuat kesimpulan secara keseluruhan untuk projek pengesanan kualiti tidur.

## ANALISIS DAN SPESIFIKASI KEPERLUAN

Keperluan pengguna menerangkan perkara yang boleh dilakukan oleh pengguna dengan sistem yang dibangunkan. Keperluan pengguna untuk aplikasi analisis kualiti tidur adalah seperti berikut:

Keperluan Pengguna	Penerangan
Daftar akaun pengguna baharu	Para pengguna haruslah dapat mencipta akaun peribadi sendiri
Log masuk akaun	Pengguna haruslah dibenarkan untuk log masuk ke dalam akaun sendiri

Input masa daripada pengguna	Pengguna haruslah dapat memasukkan masa pengguna pergi tidur dan bangun dari tidur secara manual jika masa yang direkod secara automatik menggunakan accelerometer tidak tepat.
Output tentang kualiti tidur pengguna setiap hari	Pengguna harus mendapat output yang sepatutnya dan menilai kualiti tidurnya setiap malam.
Ketersediaan data	Pengguna haruslah dapat mengakses data tidur peribada pada bila-bila masa.
Log keluar akaun	Pengguna harus dibenarkan untuk log keluar dari akaun sendiri.

Jadual 1: Keperluan pengguna

Keperluan sistem boleh dipanggil versi perluasan keperluan pengguna yang bertindak sebagai titik permulaan untuk sebarang reka bentuk sistem baharu. Keperluan ini adalah penerangan terperinci tentang keperluan pengguna yang mesti dipenuhi oleh sistem. Keperluan bukan fungsian menerangkan batasan dan kekangan sistem yang akan direka bentuk.

<b>Keperluan Bukan Fungsian</b>	<b>Penerangan</b>
Kebolegunaan	Sistem ini haruslah mudah untuk digunakan oleh para pengguna dan tidak begitu rumit.
Kebolehpercayaan	Sistem ini haruslah sentiasa berfungsi dan gangguan dalam aplikasi haruslah diselesaikan dalam masa kurang dari 2 jam.
Kecekapan	Sistem ini mampu menyampaikan laporan analisis tidur yang tersendiri dan tepat bagi para pengguna.

Jadual 2: Keperluan bukan fungsian

Keperluan perkakasan dan perisian semasa membangunkan sistem merupakan spesifikasi peranti dan perisian yang diperlukan untuk membangunkan suatu sistem yang baik. Spesifikasi perkakasan dan perisian yang digunakan untuk projek ditunjukkan dalam jadual do bawah.

<b>Perkakasan</b>	<b>Perincian</b>
Jenama	Asus
Pemproses	Intel(R) Core(TM) i5-10300H
RAM	8.00 GB
SSD	128 GB
Sistem Pengoperasian	Windows 10 (64-bits)

Jadual 3: Spesifikasi perkakasan

<b>Perisian</b>	<b>Justifikasi</b>
Google Chrome	Mencari maklumat penting tentang projek dan medium untuk menggunakan 'Google Colaboratory'
Google Colaboratory	Menjalankan kod untuk projek
Python	Bahasa pengaturcaraan sistem analisis kualiti tidur
Firebase	Menyimpan pangkalan data aplikasi
Android Studio	Pengaturcaraan aplikasi dilakukan
Figma	Menghasilkan antaramuka pengguna aplikasi

Jadual 4: Spesifikasi perisian

## KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Perbincangan ini akan memperlihatkan hasil pembangunan model pembelajaran mesin untuk membuat ramalan kualiti tidur dan juga hasil pembangunan aplikasi berdasarkan keperluan-keperluan dan reka bentuk yang telah ditetapkan. Aplikasi analisis kualiti yang dibangunkan menggunakan kaedah pembelajaran mesin iaitu Rangkaian Neural Konvolusi (CNN), untuk membuat ramalan kualiti tidur bagi setiap pengguna aplikasi ini. Set data yang digunakan untuk melatih model CNN diperoleh daripada Kaggle. Pembolehubah yang digunakan untuk membuat ramalan kualiti tidur ialah masa tidur, kadar jantung ketika bangun, keadaan semasa bangun (Fresh, Moderate atau Tired) dan sama ada melakukan aktiviti riadah. Model CNN biasanya disusun ke dalam berbilang lapisan. Lapisan input menerima data mentah, seperti imej atau isyarat berkaitan tidur. Set lapisan pertama terdiri daripada lapisan konvolusi dan pengaktifan, di mana penapis kecil meluncur ke atas data input untuk menangkap corak dan ciri setempat. Fungsi pengaktifan, seperti ReLU, memperkenalkan bukan lineariti, membenarkan rangkaian memodelkan hubungan yang kompleks.

Matlamat kajian ini adalah untuk mencipta model ramalan yang mampu menganggar kualiti tidur pada skala dari 1 hingga 100, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan kualiti tidur yang lebih baik. Set data yang digunakan untuk melatih dan menilai model CNN mengandungi maklumat yang berkaitan dengan corak tidur dan kualiti tidur, diwakili sebagai nilai berangka antara 1 dan 100. Set data dipraproses dengan membahagikannya kepada pembolehubah ciri (X) dan pembolehubah sasaran (y) untuk latihan. Pembolehubah sasaran (kualiti tidur) diskalakan kepada julat [0, 1] untuk memastikan keserasian dengan fungsi pengaktifan sigmoid dalam lapisan keluaran CNN. Model CNN dibina menggunakan perpustakaan TensorFlow-Keras. Seni bina model terdiri daripada lapisan berikut:

1. Lapisan Conv1D: Lapisan konvolusi satu dimensi dengan 32 penapis dan saiz kernel 3. Lapisan ini membantu model menangkap corak spatial dalam data input.
2. Lapisan MaxPooling1D: Lapisan penggabungan maks satu dimensi dengan saiz kumpulan 2. Lapisan ini mengurangkan dimensi spatial output daripada lapisan sebelumnya, membantu dalam mencegah pemasangan berlebihan dan meningkatkan kecekapan pengiraan.
3. Lapisan rata: Lapisan ini meratakan keluaran daripada lapisan sebelumnya menjadi vektor satu dimensi, menyediakannya untuk lapisan bersambung sepenuhnya.



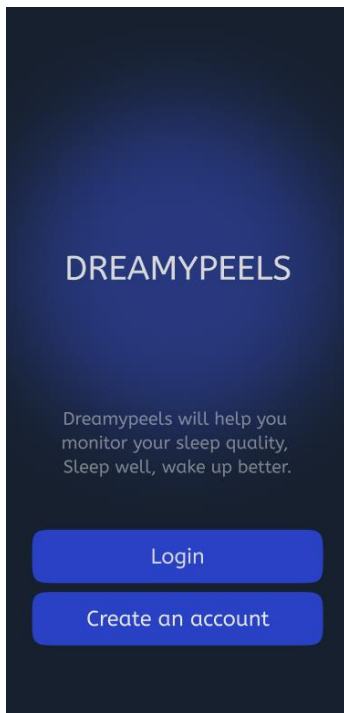
4. Lapisan padat: Dua lapisan bersambung sepenuhnya dengan 64 unit dan fungsi pengaktifan 'relu'. Lapisan ini membolehkan model mempelajari corak dan perhubungan yang kompleks dalam data.
5. Lapisan keluaran: Lapisan padat nod tunggal dengan fungsi pengaktifan 'sigmoid' untuk menghasilkan output dalam julat [0, 1], mewakili kualiti tidur berskala yang diramalkan.

Model ini disusun menggunakan pengoptimuman Adam dan fungsi kehilangan 'mean\_squared\_error', yang sesuai untuk tugas regresi. Data latihan digunakan untuk menyesuaikan model dengan 10000 zaman dan saiz kelompok 32. Model terlatih dinilai pada data ujian, dan ramalan diskalakan semula ke julat kualiti tidur asal [1, 100]. Ralat min kuasa dua (MSE) dan ralat purata kuasa dua (RMSE) dikira untuk mengukur prestasi ramalan model. Prestasi model CNN dinilai berdasarkan pelbagai nilai ambang, yang mentakrifkan julat berbeza untuk mengkategorikan kualiti tidur. Skor ketepatan dikira untuk setiap ambang, menunjukkan peratusan ramalan yang betul dalam julat yang ditentukan. Selain itu, skor ketepatan keseluruhan dikira dengan mempertimbangkan semua ramalan berkenaan dengan ambang kualiti tidur maksimum. Hasilnya ditunjukkan di bawah.

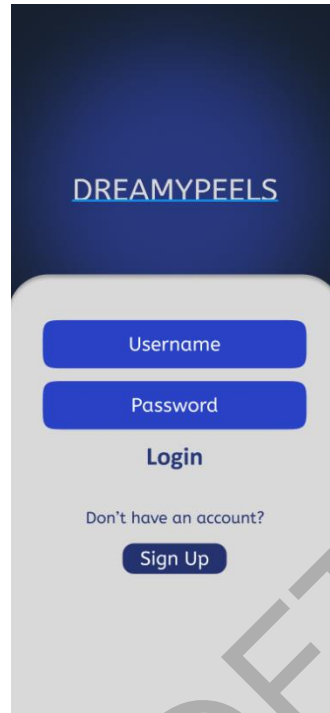
```
Mean squared error: 107.47439979131765
Root mean squared error: 10.366986051467304
Accuracy (threshold 50): 0.9775280898876404
Accuracy (threshold 60): 0.9550561797752809
Accuracy (threshold 75): 0.6460674157303371
Accuracy (threshold 90): 0.8595505617977528
Accuracy (threshold 100): 0.9887640449438202
Overall Accuracy: 0.9887640449438202
```

Rajah 2: Output ketepatan model

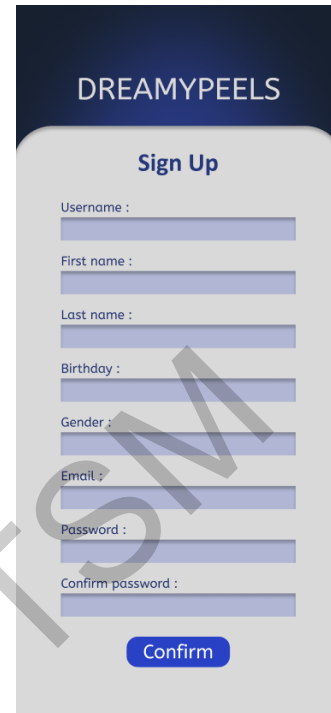
Selain itu, aplikasi dibangunkan sebagai antara muka untuk membuat ramalan kualiti tidur menggunakan model yang disediakan. Android Studio digunakan sebagai Integrated Development Environment (IDE) dalam pembangunan aplikasi analisi kualiti tidur ini. Bahasa pengaturcaraan yang digunakan ialah Java. Beberapa ciri seperti Pengesahan Firebase (Firebase Authentication) dan Realtime Database juga digunakan dalam aplikasi ini. Antaramuka aplikasi yang dibangunkan adalah seperti berikut:



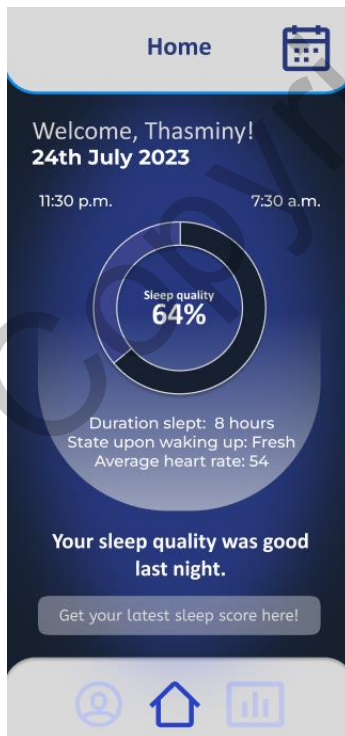
Rajah 3: Antara muka 'Opening' Aplikasi



Rajah 4: Antara muka 'Login' Aplikasi



Rajah 5: Antara muka 'Signup' Aplikasi



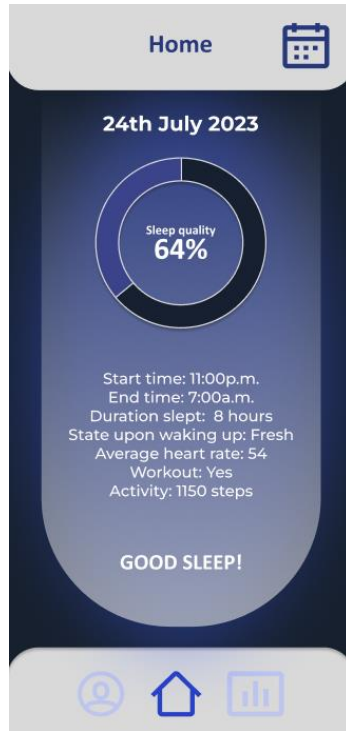
Rajah 6: Antara muka 'Home' Aplikasi



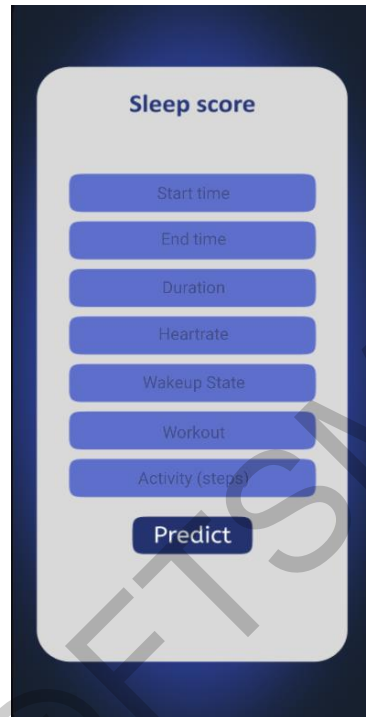
Rajah 7: Antara muka 'Edit Profile' Aplikasi



Rajah 8: Antara muka 'Profile' Aplikasi



Rajah 9: Antara muka 'History' Aplikasi



Rajah 10: Antara muka 'Prediction' Aplikasi

Dalam projek ini, ujian berfungsi daripada ujian Black Box dipilih untuk menguji keperluan fungsian. Kes ujian bagi ujian fungsian akan mengikut keperluan fungsian yang telah ditetapkan. Pengujian bagi pengguna ialah pengujian meramal kualiti tidur setiap hari dan menyemak rekod ramalan bagi-bagi tarikh-tarikh lepas. Keputusan ujian berdasarkan kes ujian yang dinyatakan adalah seperti di bawah:

Kes Ujian	Pelaksanaan Ujian	Keputusan Pelaksanaan	Keputusan Kriteria Lulus/Gagal
Aplikasi ini harus membenarkan pengguna baru mendaftar	Pengguna baru mendaftar dengan butiran yang diminta.	Pendaftaran berjaya selepas memasukkan kata laluan yang lulus syarat yang dinyatakan. Butiran pengguna	Lulus

		direkodkan dalam Firebase Realtime Database dan Firebase Authentication.	
Aplikasi ini membenarkan pengguna sedia ada log masuk.	Pengguna log masuk dengan emel pengguna dan kata laluan yang digunakan pada fasa pendaftaran.	Log masuk berjaya dengan emel pengguna dan kata laluan yang betul. Log masuk gagal dengan emel pengguna dan kata laluan yang salah.	Lulus
Aplikasi ini harus membolehkan pengguna memberi input tentang butiran tidur mereka.	Pengguna memberi input tentang butiran tidur mereka.	Butiran yang diinput berjaya disimpan dalam Firebase Realtime Database dan dihantar ke model pembelajaran mesin untuk membuat ramalan.	Lulus
Aplikasi ini harus membolehkan pengguna menjejak kualiti tidur mereka.	Pengguna memberi input tentang butiran tidur mereka dan tekan butang 'Predictive'.	Hasil ramalan daripada model pembelajaran mesin berjaya dipaparkan dan nilai ramalan berjaya disimpan dalam Firebase Relatime Database.	Lulus
Aplikasi ini harus membolehkan pengguna untuk	Pengguna memilih tarikh yang diinginkan	Butiran kualiti tidur bagi tarikh yang dipilih daripada	Lulus

akses butiran tidur untuk tarikh-tarikh yang lepas.	untuk mengakses butiran kualiti tidur	Firestore Relatime Database berjaya dipaparkan.	
Aplikasi ini harus membenarkan pengguna log keluar dari akaun mereka.	Pengguna tekan butang 'Log Keluar'	Akaun dilog keluar dan halaman log masuk dipaparkan. Pengguna perlu log masuk semula untuk akses.	Lulus

Jadual 5: Kes Ujian

Para Pengguna diminta untuk menggunakan aplikasi kualiti tidur yang dibangunkan dan memberikan maklum balas tentang kebolegunaan, kecekapan dan keberkesannya. Berdasarkan maklum balas yang diterima, ujian kebolegunaan telah dijalankan. Daripada 10 responden, kesemua mereka melaporkan bahawa mereka dapat menggunakan aplikasi dengan mudah dan memahami fungsinya semasa penggunaan awal. Secara keseluruhan, aplikasi itu dianggap mesra pengguna, membolehkan pengguna meramalkan dan menjejaki kualiti tidur mereka dengan tepat dari semasa ke semasa. Walau bagaimanapun, sesetengah responden menunjukkan had tertentu, terutamanya dalam ketepatan analisis mingguan dan bulanan. Cadangan penambahbaikan juga disediakan, termasuk penggabungan ciri tambahan untuk analisis tidur yang lebih terperinci dan penyediaan analisis tahunan.

## CADANGAN PENAMBAHBAIKAN

Aplikasi analisis kualiti tidur ini dapat diperbaiki dari segi pelbagai aspek. Salah satunya adalah dengan memperoleh dataset yang lebih relevan daripada pakar tidur dan melatih lebih model pembelajaran mesin mangikut dataset dan golongan pengguna agar ramalan yang dibuat lebih tepat dan sesuai dengan golongan pengguna aplikasi analisis kualiti tidur. Dengan adanya lebih daripada satu set data dan model pembelajaran mesin, setiap golongan pengguna akan mendapat ramalan kualiti tidur yang lebih sesuai dapat dicapai. Setiap golongan pengguna akan mendapat gambaran keseluruhan tabiat tidur mereka dengan lebih tepat dan dapat membuat penambahbaikan mengikut umur dan gaya hidup mereka. Selain itu, penambahbaikan yang boleh dilakukan adalah dengan menyertakan peranti penjejakan yang sesuai untuk aplikasi analisis kualiti tidur agar pengguna tidak perlu memberi input tentang tidur mereka secara manual. Input yang diperlukan akan diperoleh secara automatik daripada peranti tersebut. Hal ini dapat direalisasikan dengan adanya perkakasan yang berkualiti untuk peranti penjejakan tersebut.

## KESIMPULAN

Kesimpulannya, aplikasi analisis kualiti tidur yang dibangunkan dapat membantu pengguna untuk menjejak kualiti tidur masing-masing secara lebih sistematik dan teratur. Aplikasi ini juga berfungsi untuk membuat ramalan kualiti tidur setiap malam dan membuat analisis kualiti tidur bagi setiap individu agar pengguna dapat gambaran keseluruhan kualiti tidur masing-masing. Model pembelajaran mesin yang digunakan untuk membuat ramalan kualiti tidur adalah Convolutional Neural Network (CNN) yang telah memberi ketepatan model sebanyak 98.87% secara keseluruhan. Ketepatan model CNN ini dapat dicapai kerana proses pembersihan data yang digunakan, iaitu kaedah imputasi. Setiap pembolehubah yang digunakan untuk melatih model CNN ini telah dianalisis secara terperinci sebelum digunakan dalam proses latihan model pembelajaran mesin. Aplikasi yang dibangunkan ini adalah sangat mesra pengguna dan mudah difahami oleh pengguna yang baru mendaftar akaun peribadinya. Selain itu, jenis corak reka bentuk yang digunakan dalam pembangunan aplikasi ini adalah Model-View-Controller (MVC). Hal ini memudahkan proses penambahbaikan aplikasi analisis kualiti tidur ini lebih mudah untuk dijalankan.

## PENGHARGAAN

Terlebih dahulu, saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada penyelia saya iaitu, Dr. Ahmad Tarmizi Abdul Ghani kerana sudi memberikan bimbingan dan idea dalam melaksanakan projek ini. Beliau juga sentiasa memberikan galakkan dan nasihat dalam proses menambahbaik dan menulis laporan projek serta proses pembangunan aplikasi ini. Saya juga ingin mengambil kesempatan ini untuk memberi penghargaan kepada ahli keluarga saya yang sentiasa memberikan motivasi serta dorongan dalam proses melaksanakan projek ini. Terima kasih saya ucapkan kepada rakan-rakan baik saya kerana banyak membantu dan memberi semangat. Akhir sekali, jutaan terima kasih saya ucapkan kepada pihak yang terlibat dalam menjayakan kajian ini.

Copyright@FTSM  
UKM

## RUJUKAN

- Abhishek, G. 2022. *Differences between ANN, CNN and RNN*
- Brodsky, M. 2020. *What is a literature review?*
- Eatough, E. 2021. *Can sleep trackers really improve your sleep (and health)?*
- DocDoc Pte Ltd. 2020. *What are Sleep Studies: Overview, Benefits and Expected Results*
- Hopkins, J. 2022. *Do Sleep Trackers Really Work?*
- Naresh, K. 2019. *Advantages and Disadvantages of SVM (Support Vector Machine) in Machine Learning.*
- Pacheco, D. 2022. *Why Do We Need Sleep?*
- Ranjan Rout, A. 2022. *Advantages and Disadvantages of Logistic Regression*
- Weedmark, D. 2021. *Machine Learning Model Training: What It Is and Why It's Important*
- Kathy L. Nelson, Jean E. Davis, & Cynthia F. Corbett. 2022. *Sleep quality: An evolutionary concept analysis.*
- Kiran Paudel, Tara Ballav Adhikari, Pratik Khanal, Ramesh Bhatta, Rajan Paudel, Sandesh Bhusal, Prem Basel. 2022. *Sleep quality and its correlates among undergraduate medical students in Nepal: A cross-sectional study*
- Lan Zhuang, Minhui Dai, Yi Zhou, Lingyu Sun. 2022. *Intelligent automatic sleep staging model based on CNN and LSTM*
- Olga Vl. Bitkina, Jaehyun Park, & Jungyoon Kim. 2022. *Modeling Sleep Quality Depending on Objective Actigraphic Indicators Based on Machine Learning Methods*
- Y Sainath R V S N, Konanki Pruthvisai, B V H A Rajesh Akhil, & Suja Palaniswamy. 2018. *Sleep Pattern Monitoring and Analysis to Improve the Health and Quality of Life of People.*
- Violeta Clement-Carbonell, Irene Portilla-Tamarit, María Rubio-Aparicio, & Juan J Madrid-Valero. 2021. *Sleep Quality and Physical Health: A Differential Relationship*