


## Penerapan *Quantum Machine Learning* Untuk Klasifikasi Ulasan Asli Dan Palsu Pada Amazon

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v15i2.3498>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC) 

**Krisna Putri Telaumbanua<sup>1\*</sup>, Sunneng Sandino Berutu<sup>2</sup>, Aninda Astuti<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Informatika, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Bioinformatics and Medical Engineering, Asia University Taichung City, Taiwan

\*e-mail *Corresponding Author*: [krisna.putri.t@mail.ukrim.ac.id](mailto:krisna.putri.t@mail.ukrim.ac.id)

### Abstract

*Classifying product reviews on e-commerce platforms, both real and fake, requires a model that can effectively represent text data patterns. This study aims to compare the performance of several Quantum Machine Learning methods, namely QNN, QSVC, and Hybrid Quantum kernel and Classical SVM, in classifying Amazon product reviews. The study uses a quantitative approach with a computational experimental design. Review data is represented using TF-IDF, standardized, and reduced in dimension with Principal Component Analysis (PCA) before being transformed into quantum feature space. Performance evaluation is carried out using accuracy, precision, recall, F1-Score, and MCC metrics. The experimental results show that QNN achieved the best performance with an accuracy value of 85.63%, an F1-Score of 0.9130, and an MCC of 0.5608, while QSVC and the hybrid approach achieved an accuracy of 83.23% with an MCC of 0.4331. These results indicate that QNN has more balanced classification performance.*

**Keywords:** *Quantum Neural Network; Fake Review Detection; Amazon Reviews; Natural Language Processing; Quantum Machine Learning.*

### Abstrak

Klasifikasi ulasan produk pada platform *e-commerce*, baik ulasan asli maupun palsu, memerlukan model yang mampu merepresentasikan pola data teks secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja beberapa metode *Quantum Machine Learning (QML)*, yaitu QNN, *Quantum Support Vector (QSVC)*, dan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM*, dalam mengklasifikasikan ulasan produk Amazon. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen komputasional. Data ulasan direpresentasikan menggunakan TF-IDF, distandardisasi, dan direduksi dimensinya dengan *Principal Component Analysis (PCA)* sebelum ditransformasikan ke ruang fitur kuantum. Evaluasi kinerja dilakukan menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, *recall*, *F1-Score*, dan MCC. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa QNN memperoleh kinerja terbaik dengan nilai *accuracy* sebesar 85,63%, *F1-Score* 0.9130, dan MCC 0.5043, sedangkan QSVC dan pendekatan *hybrid* mencapai *accuracy* 83,23% dengan MCC 0,4331. Hasil ini menunjukkan bahwa QNN memiliki performa klasifikasi yang lebih seimbang.

**Kata Kunci:** *Quantum Machine Learning; Quantum Neural Network; Quantum Support Vector Classifier; Text Classification; Amazon Product Reviews.*

### 1. Pendahuluan

Ulasan dari pelanggan di platform *e-commerce* seperti Amazon memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap persepsi, kepercayaan, dan keputusan pembelian konsumen. Penelitian menunjukkan bahwa ulasan *online* biasanya menjadi sumber informasi utama bagi konsumen dalam menilai kualitas, kredibilitas, dan keandalan produk di ekosistem perdagangan digital[1]. Dengan semakin tingginya ketergantungan konsumen pada ulasan berbentuk teks, sistem ulasan menjadi bagian integral dari *e-commerce*, yang secara langsung memengaruhi reputasi produk, penjual, dan platform secara keseluruhan.

Dalam praktiknya, ulasan *online* dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu ulasan asli dan ulasan palsu. Ulasan palsu dibuat dengan sengaja untuk menyesatkan pembeli, sedangkan ulasan asli berasal dari pengalaman nyata pengguna terhadap produk atau layanan[2]. Studi terdahulu menunjukkan bahwa ulasan palsu cenderung memiliki ciri khas tertentu, misalnya penggunaan kata yang berulang, struktur kalimat lebih panjang, dan gaya bahasa yang kurang alam [3]. Dampak ulasan palsu tidak hanya mengubah persepsi konsumen terhadap kualitas produk, tetapi juga dapat merusak kepercayaan terhadap sistem ulasan dan platform *e-commerce* secara keseluruhan. Bahkan, penyuntingan ulasan palsu dapat memengaruhi keputusan pembelian nyata dan mengganggu proses pasar digital, sehingga deteksi ulasan palsu menjadi masalah penting, terutama pada platform besar dengan jumlah ulasan yang sangat banyak dan beragam seperti Amazon[4].

Penelitian sebelumnya telah memanfaatkan pendekatan *machine learning* klasik berbasis fitur linguistik teks untuk mendeteksi ulasan palsu[5], menunjukkan bahwa karakteristik linguistik ulasan, seperti pola kata dan struktur kalimat, dapat dimanfaatkan secara efektif menggunakan algoritma klasifikasi klasik[6], menerapkan algoritma *Support Vector Machine* (SVM), *Naïve Bayes*, dan *k-Nearest Neighbors* (k-NN) yang dikombinasikan dengan representasi fitur TF-IDF, dan melaporkan performa klasifikasi yang cukup baik pada data ulasan daring. Selain itu, mengidentifikasi adanya karakteristik laten pada ulasan palsu yang memengaruhi keputusan pembelian, namun juga menegaskan bahwa pendekatan klasik masih menghadapi keterbatasan ketika menangani data ulasan *e-commerce* yang berdimensi tinggi, tidak terstruktur, dan tidak seimbang, sehingga kurang efektif dalam memodelkan hubungan non-linear yang kompleks antar fitur teks[2]. Oleh karena itu, masih ada peluang penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode yang mampu merepresentasikan dan mempelajari pola kompleks pada data teks *e-commerce*.

Sebagai solusi atas keterbatasan tersebut, QML hadir sebagai pendekatan baru yang menggabungkan prinsip-prinsip mekanika kuantum, seperti superposisi dan *entanglement*, ke dalam proses pembelajaran mesin. QML dapat menciptakan representasi data yang lebih kompleks dan berdimensi tinggi[7]. Beberapa metode utama QML, seperti QNN, menggunakan sirkuit kuantum parametrik untuk mempelajari hubungan non-linear yang rumit. QSVC memanfaatkan *Quantum kernel* untuk mengukur kesamaan data dalam ruang Hilbert berdimensi tinggi[8]. Selain itu, pendekatan hybrid antara sistem kuantum dan klasik menggabungkan pemetaan fitur kuantum dengan algoritma klasik seperti SVM, sebagai solusi praktis untuk mengatasi keterbatasan perangkat kuantum era NISQ[9]. Meskipun QML berkembang pesat, sebagian besar penelitian masih terbatas pada data sintesis atau numerik sederhana, sehingga penerapannya pada data teks nyata, terutama ulasan di platform *e-commerce*, masih jarang[10]. Penelitian yang secara sistematis membandingkan performa QNN, QSVC, dan Hybrid *Quantum kernel*-SVM dalam satu kerangka evaluasi yang sama juga masih minim[11].

QML merupakan bidang interdisipliner yang mengintegrasikan mekanika kuantum dengan pembelajaran mesin untuk menangani data berdimensi tinggi dan hubungan non-linear kompleks. Komponen utama dalam QML adalah *Variational Quantum Circuits* (VQC) dan *Quantum feature map*, yang memungkinkan transformasi data klasik ke ruang Hilbert berdimensi tinggi melalui operasi kuantum[12]. VQC berperan sebagai model parametrik yang dioptimalkan melalui prosedur klasik atau hybrid, sedangkan *quantum feature map* mentransformasikan data menjadi representasi fitur kuantum yang lebih kaya, meningkatkan separabilitas kelas pada klasifikasi kompleks.

QNN memanfaatkan VQC untuk membangun model parametrik berbasis qubit, yang mempelajari pola non-linear melalui fenomena superposisi dan *entanglement*. Optimasi parameter sirkuit dilakukan menggunakan prosedur klasik atau hybrid, memungkinkan QNN membangun ruang fitur berdimensi tinggi yang kaya, meskipun sensitif terhadap *noise*, fenomena *barren plateau*, dan kedalaman sirkuit pada perangkat NISQ[13]. QSVC menggunakan *quantum feature map* untuk memetakan data ke ruang Hilbert berdimensi tinggi dan membangun *Quantum kernel*, sehingga separabilitas kelas meningkat tanpa optimasi sirkuit kompleks. Pendekatan ini terbukti stabil dan efektif pada dataset nyata, seperti transaksi kartu kredit dan citra MNIST, dengan keterbatasan jumlah qubit pada perangkat NISQ[14], [15].

Pendekatan hybrid QML menggabungkan sirkuit kuantum sebagai transformasi fitur dengan optimasi dan klasifikasi klasik. Metode ini memungkinkan pemanfaatan keunggulan representasi kuantum tanpa sepenuhnya bergantung pada perangkat kuantum yang masih

terbatas, sehingga tetap kompetitif pada dataset berdimensi tinggi dan memiliki hubungan non-linear kompleks, termasuk ulasan asli dan palsu *di e-commerce* [16], [17]. Studi empiris lain menunjukkan QML mampu membangun representasi fitur efektif pada data berdimensi tinggi dan menangkap hubungan non-linear, meskipun kedalaman sirkuit dan sensitivitas *noise* tetap menjadi faktor pembatas [18]. Efisiensi komputasi dan mitigasi *noise* juga menjadi aspek krusial dalam penerapan QML, termasuk strategi seperti error mitigation dan penggunaan sirkuit dangkal untuk menjaga stabilitas dan akurasi model [19].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan performa tiga pendekatan QML QNN, QSVC, dan Hybrid Quantum Classical dalam mengklasifikasikan ulasan asli dan palsu di platform Amazon. Pendekatan ini diharapkan memberikan kontribusi baru berupa evaluasi empiris menyeluruh pada data teks *e-commerce* nyata, sekaligus memperjelas potensi dan keterbatasan masing-masing metode dalam menangani data kompleks berbasis teks.

## 2. Metodologi

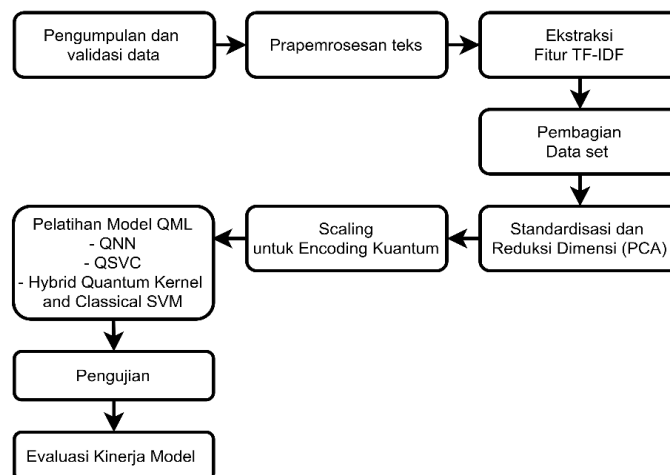
### 2.1 Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen komputasional. Pendekatan kuantitatif dipilih karena tujuan utama penelitian adalah melakukan perbandingan kinerja numerik beberapa metode QML dalam mendeteksi ulasan asli dan palsu berdasarkan nilai metrik evaluasi yang terukur secara objektif.

Untuk setiap model yang diuji, desain eksperimen diterapkan dengan menggunakan dataset, tahapan pra-pemrosesan, teknik representasi fitur, dan skema pembagian data yang identik. Dengan desain ini, hasil klasifikasi yang berbeda hanya disebabkan oleh karakteristik algoritma yang digunakan, bukan oleh perlakuan yang berbeda terhadap data atau faktor luar lainnya. Metode ini memungkinkan evaluasi objektif dan dapat dipertanggungjawabkan kinerja setiap metode.

### 2.2 Alur Penelitian

Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai tahapan penelitian, digunakan diagram alur (flowchart) yang menggambarkan proses penelitian mulai dari pengumpulan data hingga evaluasi dan perbandingan hasil model.



**Gambar 1.** Alur Metodologi Penelitian QML.

### 2.3 Dataset dan Pembagian Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berupa kumpulan ulasan produk Amazon yang diperoleh dari repositori Hugging Face Datasets, yaitu McAuley-Lab/Amazon-Reviews-2023. Dataset tersebut tersedia secara terbuka dan dapat diakses melalui tautan <https://huggingface.co/datasets/McAuley-Lab/Amazon-Reviews-2023>. Dataset ini disusun dan dikelola oleh McAuley Lab sebagai sumber data berskala besar untuk penelitian di bidang pemrosesan bahasa alami dan analisis ulasan daring.

Untuk keperluan eksperimen dan kemudahan pengolahan data, dataset tersebut diekstraksi dan disimpan ulang dalam format CSV. Dataset yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 500 data ulasan, dengan dua atribut utama, yaitu teks ulasan dan label kelas. Label kelas bersifat biner, di mana nilai 0 merepresentasikan ulasan asli dan nilai 1 merepresentasikan ulasan palsu. Dataset ini dipilih karena relevan dengan permasalahan nyata pada platform *e-commerce* serta sesuai untuk menguji performa model QML pada data teks yang direpresentasikan secara numerik. Dataset yang telah disimpan dalam format CSV selanjutnya dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan metode stratified random split. Pembagian data dilakukan dengan proporsi  $\frac{2}{3}$  data latih dan  $\frac{1}{3}$  data uji. Stratifikasi diterapkan untuk menjaga keseimbangan distribusi kelas ulasan asli dan ulasan palsu pada data latih dan data uji, sehingga model yang dilatih tidak mengalami bias kelas selama proses pelatihan maupun pengujian.

#### 2.4 Pra-Pemrosesan Data Teks

Pra-pemrosesan data teks dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan konsistensi data sebelum tahap ekstraksi fitur. Setiap ulasan diproses melalui beberapa tahapan, yaitu *case folding*, pembersihan URL dan karakter *non alfabet*, penghapusan *stopword*, serta *stemming*. Tahapan pra-pemrosesan ini bertujuan untuk mengurangi *noise* pada data teks dan menghasilkan representasi teks yang lebih bersih dan seragam, sehingga mendukung pembentukan fitur yang lebih informatif pada proses klasifikasi ulasan asli dan palsu.

#### 2.5 Representasi dan Reduksi Fitur

Teks ulasan yang telah melalui tahap pra-pemrosesan direpresentasikan dalam bentuk vektor numerik menggunakan metode *Term Frequency - Inverse Document Frequency* (TF-IDF). Metode ini memberikan bobot yang lebih tinggi pada kata-kata yang bersifat informatif, serta menekan pengaruh kata-kata umum yang sering muncul pada seluruh dokumen, sehingga mampu merepresentasikan karakteristik teks secara lebih diskriminatif. Secara matematis, pembobotan TF-IDF dirumuskan sebagai berikut.

$$TF-IDF(t, d) = TF(t, d) \times \log \left( \frac{N}{DF(t)} \right) \quad (1)$$

Dengan  $TF(t, d)$  menyatakan frekuensi kemunculan term  $t$  pada dokumen  $d$ ,  $DF(t)$  menyatakan jumlah dokumen yang mengandung term  $t$ , dan  $N$  menyatakan jumlah total dokumen. Pada penelitian ini, representasi TF-IDF diterapkan dengan jumlah maksimum fitur sebanyak 3000, rentang *n-gram* sebesar (1,2), serta batas minimum dan maksimum frekuensi dokumen masing-masing sebesar 2 dan 0,9.

Setelah proses pembagian data menjadi data latih dan data uji, fitur TF-IDF distandardisasi menggunakan *StandardScaler* untuk menyamakan skala antar fitur. Tahap standardisasi ini diperlukan karena metode reduksi dimensi dan pemodelan selanjutnya sensitif terhadap perbedaan skala data. Selanjutnya, dilakukan reduksi dimensi menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) hingga empat komponen utama. Jumlah komponen ini disesuaikan dengan jumlah qubit yang digunakan pada model QML. Reduksi dimensi bertujuan untuk menekan kompleksitas data berdimensi tinggi sekaligus mempertahankan informasi utama yang relevan sebagai masukan bagi pemodelan kuantum.

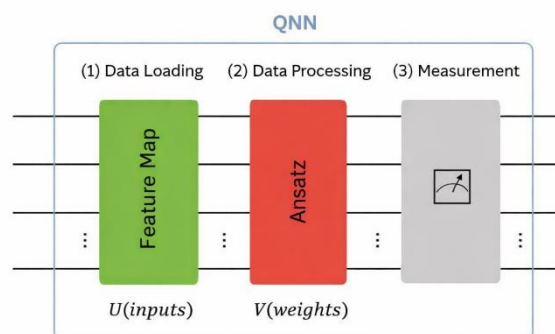
#### 2.6 Transformasi Fitur ke Domain Kuantum

Fitur hasil reduksi dimensi kemudian ditransformasikan ke dalam rentang  $[0, \pi]$  menggunakan *Min Max Scaling*. Transformasi ini diperlukan karena nilai fitur digunakan sebagai parameter sudut rotasi pada gerbang kuantum melalui skema *angle encoding*. Dengan transformasi tersebut, setiap sampel data dapat dipetakan secara langsung ke dalam keadaan kuantum dan digunakan sebagai masukan pada model QNN, QSVC, serta pendekatan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM*.

#### 2.7 Metode Quantum Machine Learning

Penelitian ini membandingkan tiga cara menggunakan QML, yaitu QNN, QSVC, dan *Hybrid Quantum kernel* dan *Classical SVM*. Ketiga metode ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan klasifikasi ulasan asli dan palsu di dataset Amazon dengan memanfaatkan penjemputan fitur ke dalam ruang kuantum.

Pada metode QNN, fitur yang telah melalui tahap praproses dan reduksi dimensi menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA) terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam domain kuantum melalui skema *quantum feature map* berbasis *angle encoding*. Pada skema ini, setiap fitur numerik direpresentasikan sebagai parameter sudut rotasi pada gerbang kuantum satu qubit, khususnya gerbang RY, sehingga membentuk keadaan kuantum yang merepresentasikan data klasik dalam ruang *Hilbert* berdimensi tinggi. *Feature map* ini memungkinkan pemodelan hubungan *non-linear* yang lebih kompleks dibandingkan pemetaan fitur klasik. Setelah proses pemetaan fitur, representasi kuantum tersebut diproses menggunakan *variational quantum circuit (ansatz)* yang terdiri dari rangkaian gerbang kuantum parametrik dan operasi *entanglement* antar qubit. Parameter pada *ansatz* dioptimasi secara iteratif menggunakan algoritma optimasi klasik dalam skema *hybrid quantum Classical* untuk meminimalkan fungsi loss klasifikasi. Melalui mekanisme ini, QNN digunakan untuk mengevaluasi kemampuan sirkuit kuantum *variational* dalam memodelkan pola *non-linear* pada data teks.



**Gambar 2.** Arsitektur Umum QNN

Setelah proses pemetaan fitur, representasi kuantum tersebut diproses menggunakan *variational quantum circuit (ansatz)* yang terdiri dari rangkaian gerbang kuantum parametrik dan operasi *entanglement* antar qubit, seperti gerbang CNOT. Parameter pada *ansatz* dinyatakan sebagai sekumpulan bobot kuantum ( $\theta$ ) yang dilatih secara iteratif menggunakan algoritma optimasi klasik dalam skema *hybrid quantum-Classical* untuk meminimalkan fungsi loss klasifikasi. Struktur *ansatz* dirancang dengan beberapa lapisan rotasi parametrik dan *entanglement* guna meningkatkan kapasitas representasi model.

Metode QSVC menerapkan pendekatan *Quantum kernel* dengan mengukur tingkat kesamaan antar data berdasarkan nilai fidelity antara keadaan kuantum yang dihasilkan oleh *quantum feature map* yang sama. Berbeda dengan QNN, QSVC tidak melibatkan proses optimasi parameter sirkuit *variational*, melainkan secara langsung membangun matriks *Kernel* kuantum yang kemudian digunakan dalam proses klasifikasi. Metode ini digunakan sebagai pembandingan untuk mengevaluasi efektivitas pendekatan *Kernel* kuantum terhadap pendekatan QNN berbasis sirkuit *variational*.

Sementara itu, metode *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* menggabungkan pemetaan fitur berbasis sirkuit kuantum dengan proses klasifikasi menggunakan SVM klasik. Dalam pendekatan ini, *Quantum kernel* berperan sebagai *feature mapping* untuk mentransformasikan data ke dalam ruang fitur berdimensi tinggi, sedangkan proses pelatihan dan pengambilan keputusan klasifikasi dilakukan sepenuhnya menggunakan algoritma klasik. Pendekatan hybrid dipilih karena menawarkan stabilitas yang lebih baik serta lebih sesuai dengan keterbatasan komputasi kuantum saat ini, tanpa menghilangkan potensi keunggulan pemetaan fitur kuantum.

## 2.8 Evaluasi Kinerja Model

Kinerja model dievaluasi menggunakan confusion matrix untuk membandingkan hasil prediksi dengan label sebenarnya pada data uji. Berdasarkan confusion matrix tersebut, digunakan metrik evaluasi *accuracy*, *precision*, *recall*, dan *F1-Score* yang dihitung dari nilai *true positive* (TP), TN, *false positive* (FP), dan *false negative* (FN) guna menilai performa klasifikasi secara kuantitatif. Pendekatan evaluasi ini umum digunakan dalam penelitian klasifikasi dan memungkinkan perbandingan kinerja model secara objektif dan konsisten[20].

### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil eksperimen dan pembahasan kinerja menggunakan tiga metode QML yaitu QNN, QSVC, dan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* dalam mengklasifikasikan ulasan asli dan palsu pada platform Amazon. Eksperimen dilakukan menggunakan skema data, tahapan pra-pemrosesan, serta konfigurasi fitur yang sama untuk seluruh model, sehingga perbedaan hasil yang diperoleh mencerminkan karakteristik masing-masing metode. Evaluasi kinerja dilakukan pada data uji (1/3) dan data latih (2/3), dianalisis melalui confusion matrix dan sejumlah metrik evaluasi seperti Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, dan MCC, dengan MCC sebagai metrik utama.

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data menghasilkan sekumpulan ulasan produk Amazon yang digunakan sebagai objek kajian dalam penelitian ini. Dataset yang digunakan terdiri dari 500 data ulasan berbahasa Inggris dengan dua kelas, yaitu ulasan asli dengan label 0 dan ulasan palsu dengan label 1. Hasil pengumpulan data berupa kumpulan ulasan yang telah terlabel dan siap digunakan pada tahap pra-pemrosesan serta pemodelan. Distribusi kelas yang seimbang pada dataset memungkinkan proses pelatihan dan pengujian model dilakukan secara objektif tanpa dominasi salah satu kelas. Contoh data ulasan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut, yang menunjukkan perbedaan antara ulasan asli dan ulasan palsu.

**Tabel 1.** Contoh Data Ulasan Amazon

| Ulasan  | Label |
|---|-------|
| I have lots of different disposable diaper bags and I love these. They smell great and hold the perfect amount of diapers (1 easily and 3 is very full). I like that they are individual and don't connect to others, cuz when your in a jam, you can pull one out and open it with one hand! works wonderful!  | 1     |
| Nice little board book, easy for smaller hands to hold. The story is decent, hard to tell the detailed story in a board book but Juliet David did a great job. I recommend this board book very much.   | 0     |
| I am surprised it fits me exactly and for my body shape but it is a little tight on top but well I like it it looks exactly as described and I like it a lot I may just buy a second one in another colour as well.   | 1     |
| This a great size pack of baby wipes/tissues. Easy to carry in your purse (or pocket) and nice to have with me on a day out with my 2 year old grandson. Great for simple meal or just standard cleanups or for diaper changes. Light fragrance and non-irritating to baby's delicate skin, I think every parent should not leave home without these. Highly recommend. | 0     |

#### 3.2 Pra-Pemrosesan Data Teks

Pada fase pra-pemrosesan, setiap ulasan melalui tahapan case folding, pembersihan karakter non-alfabet dan URL, penghapusan stopword, serta stemming. Luaran dari fase ini berupa teks ulasan yang lebih bersih dan seragam sehingga siap direpresentasikan dalam bentuk numerik.

**Tabel 2.** Hasil Pra-Pemrosesan Teks

| Ulasan   | Label | Hasil Pemrosesan Ulasan  |
|--|-------|--|
| I have lots of different disposable diaper bags and I love these. They smell great and hold the perfect amount of diapers (1 easily and 3 is very full). I like that they are individual and don't | 1     | i have lots of different disposable diaper bags and i love these they smell great and hold the perfect amount of diapers easily and is very full i like that they are individual |

| Ulasan   | Label | Hasil Pemrosesan Ulasan   |
|--|-------|---|
| connect to others, cuz when your in a jam, you can pull one out and open it with one hand! works wonderful!  |       | and don t connect to others cuz when your in a jam you can pull one out and open it with one hand works wonderful   |
| Nice little board book, easy for smaller hands to hold. The story is decent, hard to tell the detailed story in a board book but Juliet David did a great job. I recommend this board book very much.  | 0     | nice little board book easy for smaller hands to hold the story is decent hard to tell the detailed story in a board book but juilet david did a great job i recommend this board book very much  |
| I am surprised it fits me exactly and for my body shape but it is a little tight on top but well I like it it looks exactly as described and I like it a lot I may just buy a second one in another colour as well.  | 1     | i am surprised it fits me exactly and for my body shape but it is a little tight on top but well i like it it looks exactly as described and i like it a lot i may just buy a second one in another colour as well  |
| This a great size pack of baby wipes/tissues. Easy to carry in your purse (or pocket) and nice to have with me on a day out with my 2 year old grandson. Great for simple meal or just standard cleanups or for diaper changes. Light fragrance and non-irritating to baby's delicate skin, I think every parent should not leave home without these. Highly recommend!! | 0     | this a great size pack of baby wipes tissues easy to carry in your purse or pocket and nice to have with me on a day out with my year old grandson great for simple meal or just standard cleanups or for diaper changes light fragrance and non irritating to baby s delicate skin i think every parent should not leave home without these highly recommend |

Hasil pra-pemrosesan menunjukkan pengurangan *noise* pada data teks dan konsistensi kosakata meningkat, sehingga memudahkan representasi numerik di tahap berikutnya.

### 3.3 Representasi dan Reduksi Fitur

Teks ulasan yang telah melalui tahap pra-pemrosesan direpresentasikan menggunakan metode TF-IDF dengan jumlah maksimum fitur sebanyak 3000, rentang n-gram (1,2), serta batas frekuensi dokumen minimum sebesar 2 dan maksimum sebesar 0,9. Proses ini menghasilkan matriks fitur berdimensi  $500 \times 3000$ . Selanjutnya, dataset dibagi menjadi data latih sebanyak 333 ulasan (2/3) dan data uji sebanyak 167 ulasan (1/3). Untuk menyesuaikan kebutuhan pemodelan berbasis qubit, dilakukan reduksi dimensi menggunakan PCA menjadi empat komponen utama. Hasil reduksi menghasilkan matriks data latih berukuran  $333 \times 4$  dan data uji berukuran  $167 \times 4$ . Setiap komponen utama merepresentasikan kombinasi linier dari fitur asli yang mengandung informasi paling signifikan, sehingga data hasil reduksi siap digunakan sebagai input pada model QML.

### 3.4 Hasil Pelatihan dan Pengujian Model QML

Setelah data direduksi menggunakan PCA menjadi empat komponen utama, dataset dibagi menjadi data latih sebanyak 333 ulasan dan data uji sebanyak 167 ulasan. Tiga model QML yang digunakan, yaitu QNN, QSVC, dan Hybrid *Quantum kernel*-Classical SVM, dilatih menggunakan data latih. Evaluasi kinerja dilakukan dengan menghitung akurasi, precision, recall, F1-score, dan MCC, serta menampilkan confusion matrix, sehingga dapat terlihat kemampuan masing-masing model dalam mengklasifikasikan ulasan asli dan palsu baik pada saat pelatihan maupun pengujian.

**Tabel 3.** Contoh Hasil Klasifikasi Data Latih (2/3)

| Ulasan  | Label Asli | QNN | QSVC | Hybrid Quantum kernel and Classical SVM |
|---|------------|-----|------|---|
| i have lots of different disposable diaper bags and i love these they smell great and hold the perfect about of diapers easily and is very full i like that they are individual and don t connect to others cuz when your in a jam you can pull one out and open it with one hand works wonderful   | 1          | 1   | 1    | 1                                       |
| nice little board book easy for smaller hands to hold the story is decent hard to tell the detailed story in a board book but juillet david did a great job i recommend this board book very much   | 0          | 1   | 1    | 0                                       |
| i am surprised it fits me exactly and for my body shape but it is a little tight on top but well i like it it looks exactly as described and i like it a lot i may just buy a second one in another colour as well  | 1          | 1   | 1    | 1                                       |
| this a great size pack of baby wipes tissues easy to carry in your purse or pocket and nice to have with me on a day out with my year old grandson great for simple meal or just standard cleanups or for diaper changes light fragrance and non irritating to baby s delicate skin i think every parent should not leave home without these highly recommend | 0          | 1   | 0    | 0                                       |

Hasil klasifikasi pada data latih memperlihatkan kinerja model Quantum Neural Network, Quantum Support Vector Classifier, dan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* pada data latih. Model Quantum Neural Network mampu mengklasifikasikan sebagian besar ulasan dengan benar, khususnya ulasan dengan struktur panjang dan kompleks, menunjukkan kemampuan model dalam menangkap pola non-linear dan adaptasi terhadap ketidakseimbangan kelas. Namun, model ini masih mengalami kesalahan pada beberapa ulasan asli yang memiliki struktur sederhana, sehingga tidak semua prediksi bersifat akurat. Quantum Support Vector Classifier menunjukkan kinerja yang hampir serupa dengan Quantum Neural Network, mampu mendeteksi sebagian besar ulasan palsu dengan tepat, tetapi masih kurang konsisten dalam mengklasifikasikan ulasan asli. *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* memperlihatkan kinerja yang lebih variatif, di mana beberapa ulasan asli berhasil diklasifikasikan secara benar, tetapi ulasan lain tetap salah dikategorikan. Hal ini menegaskan bahwa integrasi kernel kuantum dengan algoritma SVM klasik belum memberikan peningkatan signifikan pada dataset ini. Secara keseluruhan, tidak ada model yang mencapai prediksi sempurna pada data latih. Quantum Neural Network menonjol dalam menangani ulasan kompleks dan panjang, sedangkan semua model mengalami keterbatasan pada ulasan asli yang singkat. Oleh karena itu, evaluasi menggunakan metrik kuantitatif seperti Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, dan Matthews Correlation Coefficient menjadi penting untuk menilai performa masing-masing model secara menyeluruh. Interpretasi ini menjadi landasan untuk analisis kinerja pada data uji, di mana model diuji terhadap ulasan yang belum pernah dilihat sebelumnya, sehingga memberikan gambaran kemampuan generalisasi setiap model.

**Tabel 4.** Contoh Hasil Klasifikasi 4 Ulasan Data Uji (1/3)

| Ulasan  | Label Asli | QNN | QSVC | Hybrid Quantum kernel and Classical SVM |
|---|------------|-----|------|---|
| these filters feel responsible environmentally and are the only ones i ll use with my chemex it s kind of silly to use chemex pots because they spill over but i like that it s never on a hot plate always | 1          | 1   | 1    | 1                                       |

| Ulasan   | Label Asli | QNN | QSVC | Hybrid Quantum kernel and Classical SVM |
|--|------------|-----|------|---|
| makes a smooth tasty cup of coffee and it s just fun to use  |            |     |      |   |
| very cushy and comfortable never got any sore areas will be easy to throw in with a wash wish they were cheaper  | 0          | 1   | 1    | 1                                       |
| needed a new cable new phone new cable usb type c drives me crazy but i needed it for my power bank to work with my new phone  | 1          | 1   | 1    | 1                                       |
| great set of oils that are great to use as is or when making other products i used the coconut oil in a roller ball with some tea tree and clove oil for a rash and it works great they are both have no scent | 0          | 1   | 0    | 0                                       |

Hasil klasifikasi pada data uji menunjukkan bahwa QNN mampu mengklasifikasikan mayoritas ulasan dengan tepat, termasuk ulasan panjang yang kompleks, sehingga memperlihatkan kemampuan generalisasi yang baik dan adaptasi terhadap ketidakseimbangan kelas, meskipun beberapa ulasan asli tetap mengalami kesalahan klasifikasi. Quantum Support Vector Classifier menampilkan performa yang relatif stabil pada data uji dengan kemampuan mengenali sebagian besar ulasan palsu, namun sensitivitas terhadap ulasan asli sebagai kelas minoritas belum optimal. *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* menunjukkan pola yang serupa dengan QSVC, dengan beberapa ulasan asli salah diklasifikasikan, menegaskan bahwa integrasi kernel kuantum dengan SVM klasik pada dataset ini belum memberikan peningkatan signifikan. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan temuan dari data latih, di mana Quantum Neural Network menunjukkan kemampuan generalisasi terbaik dengan MCC tertinggi, sedangkan QSVC dan Hybrid memiliki performa hampir identik, dan perbedaan kinerja lebih terlihat pada ulasan asli, yang menjadi tantangan utama dalam klasifikasi ulasan biner pada platform e-commerce, serta memberikan dasar empiris untuk analisis metrik performa secara kuantitatif.

### 3.5 Ringkasan Metrik Performa Model QML

Berdasarkan hasil evaluasi, QNN menunjukkan performa paling seimbang pada data latih maupun data uji, dengan nilai MCC tertinggi, yang menandakan kemampuan deteksi ulasan asli dan palsu yang stabil. QSVC memiliki performa yang mirip dengan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM*, meskipun sedikit lebih unggul pada nilai recall untuk data latih. Sementara itu, *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* menunjukkan performa identik dengan QSVC, yang mengindikasikan bahwa integrasi *Quantum kernel* dengan SVM klasik belum memberikan peningkatan signifikan pada dataset ini.

**Tabel 5.** Ringkasan Metrik Performa Model QML

| Model QML                               | Dataset | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score | MCC    |
|---|---------|----------|-----------|--------|----------|--------|
| QNN                                     | Train   | 0.8563   | 0.8936    | 0.9333 | 0.9130   | 0.5043 |
| QNN                                     | Test    | 0.8563   | 0.8936    | 0.9333 | 0.9130   | 0.5043 |
| QSVC                                    | Train   | 0.8739   | 0.8792    | 0.9776 | 0.9258   | 0.4331 |
| QSVC                                    | Test    | 0.8323   | 0.8849    | 0.9111 | 0.8978   | 0.4331 |
| <i>Quantum kernel</i> and Classical SVM | Train   | 0.8323   | 0.8849    | 0.9111 | 0.8978   | 0.4331 |
| <i>Quantum kernel</i> and Classical SVM | Test    | 0.8323   | 0.8849    | 0.9111 | 0.8978   | 0.4331 |

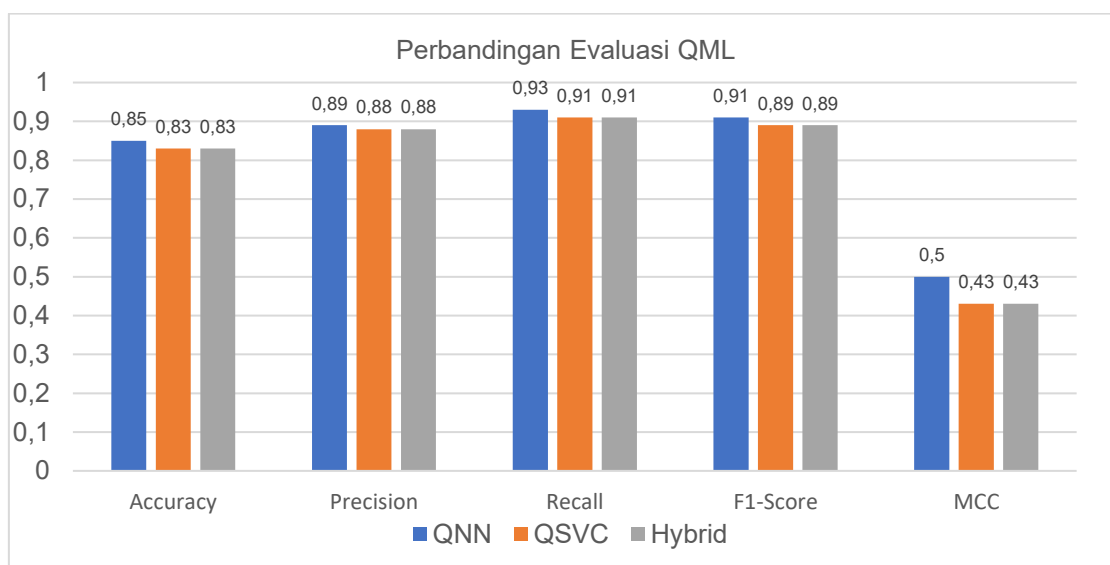
### 3.6 Analisis Perbandingan Kinerja Model QML

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa analisis perbandingan kinerja diterapkan pada tiga metode pembelajaran mesin *quantum* QNN, QSVC, dan *Hybrid Quantum kernel* dengan

*Classical SVM*. Kinerja mereka dievaluasi menggunakan sejumlah metrik, termasuk akurasi, ketepatan, *recall*, *F1-Score*, dan MCC.

**Tabel 6.** Perbandingan Kinerja Metode QML

| Metode  | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score | MCC    |
|---|----------|-----------|--------|----------|--------|
| QNN   | 0.8563   | 0.8936    | 0.9333 | 0.9130   | 0.5043 |
| QSVC  | 0.8323   | 0.8849    | 0.9111 | 0.8978   | 0.4331 |
| <i>Quantum kernel</i> and<br>Classical SVM (Hybrid) | 0.8323   | 0.8849    | 0.9111 | 0.8978   | 0.4331 |



**Gambar 3.** Perbandingan Kinerja Model

Berdasarkan hasil perbandingan kinerja pada Tabel 6 dan Gambar 3, ketiga metode QML menunjukkan nilai recall yang tinggi, dengan QSVC dan Hybrid *Quantum kernel* and *Classical SVM* mencapai 0.9111, sedangkan QNN mencapai 0.9333, mengindikasikan bahwa seluruh model mampu mendeteksi ulasan palsu secara efektif. QNN menonjol sebagai model dengan performa paling seimbang, ditunjukkan oleh MCC tertinggi sebesar 0.5043, yang menandakan bahwa model ini mampu mengklasifikasikan ulasan asli dan palsu secara lebih stabil dibandingkan model lainnya. Sementara itu, QSVC dan Hybrid *Quantum kernel* and *Classical SVM* memiliki performa yang hampir identik pada seluruh metrik evaluasi, termasuk akurasi, precision, F1-Score, dan MCC, masing-masing dengan nilai akurasi 0.8323, precision 0.8849, F1-Score 0.8978, dan MCC 0.4331, yang menunjukkan bahwa integrasi *Quantum kernel* dengan SVM klasik belum memberikan peningkatan signifikan pada dataset ini. Perbedaan performa terlihat lebih jelas pada metrik precision dan F1-Score, di mana QNN menunjukkan kemampuan adaptasi lebih baik terhadap ketidakseimbangan kelas, sehingga model ini lebih efektif dalam menjaga ketepatan prediksi sambil tetap sensitif terhadap ulasan palsu. Secara keseluruhan, hasil analisis menegaskan bahwa QNN merupakan pendekatan QML yang paling unggul untuk klasifikasi ulasan asli dan palsu, sedangkan QSVC dan Hybrid tetap menunjukkan potensi, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam mengenali ulasan asli secara konsisten.

### 3.7 Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa model QNN menampilkan performa paling seimbang pada data latih maupun data uji, ditunjukkan oleh nilai MCC tertinggi. Hal ini menandakan bahwa QNN mampu mendeteksi ulasan asli dan palsu secara stabil, meskipun terdapat ketidakseimbangan kelas dalam dataset. Keunggulan ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa QNN berbasis *qparameterized quantum circuits* mampu memetakan data ke ruang fitur kuantum berdimensi tinggi, sehingga meningkatkan kemampuan

klasifikasi dibandingkan model klasik [21]. Nilai MCC tinggi pada QNN juga menunjukkan kemampuan model untuk mempertahankan keseimbangan antara deteksi kelas mayoritas (ulasan palsu) dan kelas minoritas (ulasan asli), yang merupakan tantangan penting dalam klasifikasi teks *e-commerce* [22].

Sementara itu, Q SVC dan *Hybrid Quantum kernel and Classical SVM* menunjukkan performa yang hampir identik pada semua metrik evaluasi, meskipun Q SVC sedikit lebih unggul pada recall data latih. Temuan ini menunjukkan bahwa SVM berbasis *Quantum kernel* mampu menangkap sebagian besar ulasan palsu, tetapi masih memiliki keterbatasan dalam membedakan ulasan asli secara konsisten. Pendekatan hybrid, yang menggabungkan *Quantum kernel* dengan SVM klasik, belum menunjukkan peningkatan signifikan, sejalan dengan literatur sebelumnya yang menekankan bahwa efektivitas strategi hybrid sangat tergantung pada karakteristik dataset, kompleksitas fitur, dan representasi data kuantum yang digunakan [23].

Lebih lanjut, penelitian ini menegaskan pentingnya pra-pemrosesan teks dan reduksi dimensi sebelum pemodelan QML. Dengan menggunakan PCA untuk mereduksi 3000 fitur TF-IDF menjadi 4 komponen utama, informasi paling signifikan tetap terjaga, sekaligus mempercepat proses pelatihan. Hal ini mendukung prinsip *feature engineering* pada QML yang dikemukakan dalam literatur sebelumnya, di mana representasi data yang efisien meningkatkan performa model kuantum, terutama pada dataset berdimensi tinggi dan tidak seimbang [21], [22].

Secara konseptual, penelitian ini memperkuat bukti bahwa QNN lebih unggul dibandingkan Q SVC maupun pendekatan hybrid untuk klasifikasi ulasan biner pada platform Amazon. Temuan ini tidak hanya memberikan kontribusi empiris terhadap efektivitas QNN pada data teks nyata, tetapi juga mengintegrasikan hasil-hasil temuan terdahulu terkait QML, menunjukkan bahwa model kuantum mampu mempelajari hubungan non-linear yang kompleks, membangun representasi fitur efektif, dan mempertahankan stabilitas prediksi pada kelas minoritas. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan konsep QML untuk klasifikasi teks *e-commerce*, sekaligus membuka peluang pengembangan model kuantum yang lebih adaptif terhadap ketidakseimbangan kelas, kompleksitas data, dan integrasi strategi hybrid quantum–classical di masa depan.

#### 4. Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja tiga pendekatan QML, yaitu QNN, Q SVC, dan *Hybrid Quantum Kernel and Classical SVM*, dalam mengklasifikasikan ulasan asli dan palsu pada platform Amazon. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik accuracy, precision, recall, F1-Score, dan MCC untuk menilai tidak hanya tingkat ketepatan, tetapi juga keseimbangan hasil klasifikasi antar kelas. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa ketiga model QML memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi ulasan palsu, yang tercermin dari nilai recall yang tinggi dan relatif konsisten, yaitu 0.9333 pada QNN serta 0.9111 pada Q SVC dan model hybrid. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan QML efektif dalam menangkap karakteristik utama ulasan palsu pada data teks *e-commerce*. Namun demikian, perbedaan kinerja antar model terlihat lebih jelas ketika ditinjau dari metrik MCC yang mempertimbangkan keseimbangan prediksi kedua kelas.

Secara keseluruhan, QNN menunjukkan performa terbaik dan paling seimbang dibandingkan Q SVC dan pendekatan hybrid. Model QNN mencapai accuracy sebesar 85,63%, precision 0.8936, F1-Score 0.9130, dan nilai MCC tertinggi sebesar 0.5043, yang menunjukkan kemampuan klasifikasi yang lebih stabil antara ulasan asli dan ulasan palsu. Sementara itu, Q SVC dan Hybrid Quantum Kernel–Classical SVM menunjukkan performa yang hampir identik, dengan nilai MCC sebesar 0.4331, yang mengindikasikan bahwa integrasi quantum kernel dengan SVM klasik belum memberikan peningkatan signifikan pada dataset dan konfigurasi yang digunakan dalam penelitian ini.

Meskipun memberikan hasil yang menjanjikan, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah data yang digunakan relatif terbatas, yaitu 500 ulasan, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan skala dan keragaman ulasan pada platform *e-commerce* besar seperti Amazon. Kedua, reduksi dimensi menggunakan PCA hingga empat komponen, meskipun sesuai dengan keterbatasan jumlah qubit, berpotensi menyebabkan hilangnya sebagian informasi linguistik penting. Ketiga, eksperimen dilakukan pada lingkungan simulasi kuantum, sehingga kinerja model belum sepenuhnya mencerminkan tantangan nyata pada perangkat kuantum era NISQ, seperti noise dan keterbatasan stabilitas sirkuit.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk menggunakan dataset yang lebih besar dan beragam, mengeksplorasi representasi fitur teks yang lebih kaya seperti embedding berbasis transformer, serta menguji variasi desain sirkuit kuantum dan jumlah qubit yang berbeda. Selain itu, evaluasi pada perangkat kuantum nyata dan pengembangan strategi mitigasi noise diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai potensi dan keterbatasan QML dalam klasifikasi teks *e-commerce*. Dengan pengembangan tersebut, QML berpotensi menjadi pendekatan yang semakin relevan dan kompetitif dalam mendeteksi ulasan palsu di masa mendatang.

#### Daftar Referensi

- [1] A. Mewada and R. K. Dewang, "Research on false review detection Methods: A state-of-the-art review," Oct. 01, 2022, *King Saud bin Abdulaziz University*. doi: 10.1016/j.jksuci.2021.07.021.
- [2] R. Kumar, S. Mukherjee, and N. P. Rana, "Exploring Latent Characteristics of Fake Reviews and Their Intermediary Role in Persuading Buying Decisions," *Information Systems Frontiers*, vol. 26, no. 3, pp. 1091–1108, Jun. 2024, doi: 10.1007/s10796-023-10401-w.
- [3] K. P. Purifyregalia, K. Umam, N. C. H. Wibowo, and M. R. Handayani, "Detecting Fake Reviews in E-Commerce: A Case Study on Shopee Using Support Vector Machine and Random Forest," *Journal of Applied Informatics and Computing (JAIC)*, vol. 9, no. 3, pp. 955–965, Jun. 2025. [Online]. Available: <http://jurnal.polibatam.ac.id/index.php/JAIC>
- [4] A. Zeguendry, Z. Jarir, and M. Quafafou, "Quantum Machine Learning: A Review and Case Studies," Feb. 01, 2023, *MDPI*. doi: 10.3390/e25020287.
- [5] H. Alamsyah, Y. Cahyana, and A. R. Pratama, "Deteksi fake review menggunakan metode support vector machine dan Naïve Bayes di Tokopedia," *Jutisi: Jurnal Ilmiah Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 12, no. 2, pp. 585–598, 2023.
- [6] R. Oak, "Detecting Review Fraud Using Metaheuristic Graph Neural Networks," *International Journal of Information Technology (Singapore)*, vol. 16, no. 7, pp. 4019–4025, Oct. 2024, doi: 10.1007/s41870-024-01896-w.
- [7] D. T. Chang, "Parameterized Quantum Circuits with Quantum Kernels for Machine Learning: A Hybrid Quantum-Classical Approach," *arXiv preprint*, arXiv:2209.14449, 12 pp., Sep. 2022.
- [8] N. Innan, M. A.-Z. Khan, and M. Bennai, "Financial Fraud Detection: A Comparative Study of Quantum Machine Learning Models," Aug. 2023, doi: 10.1142/S0219749923500442.
- [9] K. Zaman, T. Ahmed, M. A. Hanif, A. Marchisio, and M. Shafique, "A Comparative Analysis of Hybrid-Quantum Classical Neural Networks," Jun. 2024, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2402.10540>
- [10] S. Y.-C. Chen and Z. Liang, "Introduction to Quantum Machine Learning and Quantum Architecture Search," Apr. 2025, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2504.16131>
- [11] D. Peral-García, J. Cruz-Benito, and F. J. García-Peñalvo, "Systematic literature review: Quantum machine learning and its applications," Feb. 01, 2024, *Elsevier Ireland Ltd*. doi: 10.1016/j.cosrev.2024.100619.
- [12] S. McFarthing, A. Pillay, I. Sinayskiy, and F. Petruccione, "Classical ensembles of single-qubit quantum variational circuits for classification," *Quantum Machine Intelligence*, vol. 6, p. 81, 2024, doi: 10.1007/s42484-024-00211-x.
- [13] F. Orazi, S. Gasperini, S. Lodi, and C. Sartori, "Hybrid Quantum Technologies for Quantum Support Vector Machines," *Information (Switzerland)*, vol. 15, no. 2, Art. no. 72, Feb. 2024, doi: 10.3390/info15020072.
- [14] T. Suzuki, T. Hasebe, and T. Miyazaki, "Quantum support vector machines for classification and regression on a trapped-ion quantum computer," *Quantum Machine Intelligence*, vol. 6, no. 1, Art. no. 165, Jun. 2024, doi: 10.1007/s42484-024-00165-0.
- [15] H. Cowlessur, C. Thapa, T. Alpcan, and S. Camtepe, "A hybrid quantum neural network for split learning," *Quantum Machine Intelligence*, vol. 7, no. 76, pp. 1–33, Aug. 2025, doi: 10.1007/s42484-025-00295-z.
- [16] S. M. A. Rizvi, U. I. Paracha, U. Khalid, K. Lee, and H. Shin, "Quantum Machine Learning: Towards Hybrid Quantum-Classical Vision Models," *Mathematics*, vol. 13, no. 16, art. no. 2645, Aug. 2025, doi: 10.3390/math13162645.

- 
- [17] R. Yu, X. Zhang, and S. Ren, "A Review of Quantum Machine Learning Algorithms Based on Variational Quantum Circuit," Apr. 01, 2025, *Science Press*. doi: 10.7544/issn1000-1239.202330979.
- [18] S. S. Berutu, Y.-C. Chen, H. Wijayanto, and H. Budiati, "A Conversion of Signal to Image Method for Two-Dimension Convolutional Neural Networks Implementation in Power Quality Disturbances Identification," *Int. J. Inform. Visualization*, vol. 6, no. 4, pp. 755–762, Dec. 2022. [Online]. Available: [www.joiv.org/index.php/joiv](http://www.joiv.org/index.php/joiv)
- [19] A. Pérez-Salinas, A. Cervera-Lierta, E. Gil-Fuster, and J. I. Latorre, "Data re-uploading for a universal quantum classifier," Jun. 2020, doi: 10.22331/q-2020-02-06-226.
- [20] A. Rashid, A. Do-Omri, Md. A. Haidar, Q. Liu, and M. Rezagholizadeh, "Bilingual-GAN: A Step Towards Parallel Text Generation," May 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1904.04742>
- [21] G. R. Madhumani, Y. Yu, F. Harscoët, S. Canales, and S. Tang, "Automatic Neural Lyrics and Melody Composition," Nov. 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2011.06380>