ANALISIS PERBANDINGAN TEKNOLOGI *PRA-QUANTUM* DENGAN *POST-QUANTUM* DARI SISI KEAMANAN SISTEM INFORMASI

SKRIPSI

OLEH

ALDI ALFIAN

2057201034

PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS LANCANG KUNING

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

Nama	: Aldi Alfian
NIM	: 2057201034
Program Studi	: Sistem Informasi
Judul	: Analisis Perbandingan Teknologi Pra-Quantum Dengan Post-Quantum Dari Sisi Keamanan Sistem Informasi

Pekanbaru, 7 Januari 2023

Disetujui oleh, Pembimbing

Dr. Syahtriatna D, M.Kom
NIDN. 1007087603

Mengetahui,

Dekan	Ketua Program Studi
Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MTA., MCE	**Febrizal Alfarasy Syam, M.Kom., MTA**
NIDN. 1022068803	**NIDN. 1027029102**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama	: Aldi Alfian
NIM	: 2057201034
Program Studi	: Sistem Informasi
Judul	: Analisis Perbandingan Teknologi Pra-Quantum Dengan Post-Quantum Dari Sisi Keamanan Sistem Informasi

Disetujui dan disahkan oleh :
Dewan Penguji,
Ketua

Dr. Syahtriatna D, M.Kom
NIDN : 1007087603

Penguji I

Susi Handayani. S.E., M.Kom, Ak., MTA
NIDN. 1025127401

Penguji II

Wirdahchoiriah, M.Kom
NIDN. 1008128505

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer

Dr. Yogi Yunefri, M.Kom., MTA., MCE
NIDN. 1022068803

Ketua Program Studi
Sistem Informasi

Febrizal Alfarasy Syam, M.Kom., MTA
NIDN. 1027029102

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi Akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Pekanbaru, 22 Februari 2024

Yang membuat pernyataan

Nama : Aldi Alfian

NIM : 2057201034

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah ‘ala kulli hal kusembahkan rasa syukur kepadaMu ya Allah, Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Tinggi. Atas takdirmu, aku bisa menjadi pribadi yang berfikir, berilmu, beriman dan harus lebih banyak bersabar dan berlapang dada. Semoga keberhasilan ini menjadi satu satu langkah awal untuk meraih masa depan dan mencapai cita-cita.

Dengan ini saya persembahkan skripsi ini teruntuk kedua orang tua ku dan orang yang aku sayangi. Tanpa doa dan ridho kalian, belum tentu saya bisa ke titik hingga saat ini. Tak lupa juga saya dedikasikan rasa terima kasih kepada teman seperjuanganku, skripsi ini saya memper sembahkannya kepada:

1. Keluarga besar penulis yang telah senantiasa membantu dan men-support menyelesaikan skripsi ini.
2. Terima kasih kepada Dr. Syahtriatna D, M.kom selaku dosen pembimbing saya yang senantiasa memberikan arahan terhadap skripsi saya.
3. Terimakasih kepada Della Puspita Dewi yang telah men-support dan meluangkan waktu untuk direpotkan, semoga sukses selalu.
4. Terima kasih juga kepada teman-temanku: Arraf, Adit, Rani, Ijal, Ravino, Aditya Nur, Stanley, Danur, Lilis, Masita, Pedro, Radivan, Rezky, Fiktor, Suci Mandasari,Suci Rahmadina, Tetty, Yeremi, Khadafi, Fauzi, Candro, Arby, Ikram yang sudah mau meluangkan waktunya untuk direpotkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan pada Allah SWT Yang Maha Esa, Telah memberikan rahmat, dan hidayah-Nya kepada kita semua. Tak lupa Sholawat dan salam kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW. Dengan izinnya laporan proposal seminar skripsi yang Berjudul ANALISIS PERBANDINGAN TEKNOLOGI PRA-QUANTUM DENGAN POST-QUANTUM DARI SISI KEAMANAN SISTEM INFORMASI. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih

Kepada :

1. Bapak Dr.Yogi Yunefri, M.Kom.,MTA.,MCA sebagai Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
2. Bapak Afriansyah, M.Kom., MTA. selaku Wakil Dekan I Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
3. Ibu Lucky Lhaura Van FC, M.Kom., MTA. selaku Wakil Dekan II Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
4. Bapak Sutejo, M.Kom., MTA. selaku Wakil Dekan III Fakultas Ilmu KomputerUniversitas Lancang Kuning.
5. Bapak Febrizal Alfarasy Syam, M.kom., MTA selaku Ketua Prodi Sistem Informasi Fakultas Ilmu Komputer Universitas Lancang Kuning.
6. Bapak Dr. Syahtriatna D, M.kom Selaku Pembimbing Laporan Seminar Skrip.

7. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Ilmu Komputer yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat untuk penulis.
9. Teristimewa kepada saudara penulis Zulfanto dan M. Rizal yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
10. Kepada Della Puspita Dewi. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam pembuatan skripsi ini, baik tenaga maupun waktu kepada penulis. Serta memberikan semangat dan support kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Kepada sahabat-sahabat penulis salah satunya Figo Plambudi Dirgantara S.T., Vijay Andika Saputra S.Kom, Nadhif Aufa Ramadhanta Wangasa Aryana, Muhammad Yunior Fathurahman Mahardika. Terimakasih telah memberikan saran dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
12. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan seminar skripsi ini

Pekanbaru, 21 Febuari2023

Penulis

Aldi Alfian

ANALISIS PERBANDINGAN TEKNOLOGI *PRA-QUANTUM* DENGAN *POST-QUANTUM* DARI SISI KEAMANAN SISTEM INFORMASI

Aldi Alfian[1], Syahtriana D[2]
aldialfiandc221@gmail.com, syahtrianad@unilak.ac.id

ABSTRAK

pentingnya pembangunan quantum computing dalam menghadapi masa depan teknologi. Quantum computing menjanjikan revolusi besar dalam dunia komputasi dengan memecahkan aplikasi yang tidak bisa diatasi oleh komputer konvensional. Namun, pengembangannya memerlukan investasi besar dan pengetahuan mendalam tentang fisika kuantum. Meskipun demikian, tantangan seperti decoherence yang dapat memengaruhi stabilitas qubit menunjukkan kompleksitas pengembangannya. Selain itu, analisis terhadap keamanan kriptosistem modern menekankan pentingnya algoritma kriptografi kunci publik dan manajemen kunci yang baik dalam menghadapi ancaman baru. Perhatian terhadap suhu ekstrem juga merupakan faktor penting dalam memastikan keberhasilan quantum computing. Dengan pemahaman yang mendalam tentang tantangan ini, langkah-langkah strategis dapat diambil untuk mewujudkan potensi luar biasa dari teknologi quantum computing.

Kata kunci: Komputer Quantum, Algoritma RSA, Algoritma Shor, Enkrpsi

Comparative Analysis: Pre-Quantum vs. Post-Quantum Technology from an Information System Security Perspective

Aldi Alfian[1], Syahtriana D[2]
aldialfiandc221@gmail.com, syahtrianad@unilak.ac.id

ABSTRACT

the importance of quantum computing development in facing the future of technology. Quantum computing promises a major revolution in the world of computation by solving applications that cannot be tackled by conventional computers. However, its development requires substantial investment and in-depth knowledge of quantum physics. Nevertheless, challenges such as decoherence, which can affect qubit stability, indicate the complexity of its development. Additionally, analysis of modern cryptosystem security emphasizes the importance of public key cryptography algorithms and good key management in addressing new threats. Attention to extreme temperatures is also a crucial factor in ensuring the success of quantum computing. With a deep understanding of these challenges, strategic steps can be taken to realize the tremendous potential of quantum computing technology.

Keywords: Quantum computer, RSA algorithm, Shor's algorithm, Encryption.

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan komputasi bisa dibilang sangat laju, salah satu komputasi yang saat ini menjadi perhatian adalah *quantum computing*. *Quantum computing* adalah cara melakukan komputasi dengan memanfaatkan fenomena pada fisika yang disebut *superposition* (superposisi) dan *entanglement* (keterkaitan kuantum) yang berdampak pada proses perhitungan yang jauh lebih cepat dibanding komputer biasa. Dalam pengelolaan nilai bit *quantum computing* menggunakan qubits yang dimana keadaan selain nilai bit 0 dan 1 ada keadaan yang dikenal dengan *superposition* yang dimana keadaannya berupa 0 dan 1 dan bukan hanya 0 atau 1. Oleh karena itu, dapat dikatakan era penggunaan komputer konvesional ini sebagai *pre-quantum* sedangkan era dimana *computer quantum* menajadi lazim disebut *dengan post-quantum*.(Baldi et al., 2017)

Sebelum kita masuk ke kajian quantum computing lebih lanjut, mari kita membahas sedikit tentang kajian paling rumit di dalam dunia sciencie yaitu ilmu fisika kuantum yang digunakan dalam quantum computing. Fisika kuantum adalah ilmu tertinggi dalam ilmu fisika yang mempelajari partikel sub-atomic. Menariknya dunia kuatum ini tempat dimensi dimana hukum fisika ruang dan waktu tidak lagi berarti dan tidak peduli seberapa jauh

mereka terpisah mereka akan tetap terhubung begitu saja. Ini adalah dunia yang sulit dijelaskan dengan logika normal dengan kata lain ini dunia lain. Faktanya dunia kita saat ini dipengaruhi oleh dunia kuantum dan pada akhirnya, teknologi akan berarah ke teknologi kuantum.

Dunia kuantum adalah dunia *sub-atomic* / dunia dalam atom. Atom adalah element element terkecil yang menyusun alam ini, seperti hydrogen, oxygen, nitrogen dan semua yang ada pada tabel periodik, itu adalah nama - nama atom. Dari unsur - unsur tersebutlah tersusunnya dunia ini, dan ketika kita masuk lagi kedalam atom itu lagi setiap atom itu sendiri tersusun dari komponen yang lebih kecil lagi yang didalamnya ada elektron, neutron, dan proton merekalah yang disebut sebagai sub-atomic. Beberapa ilmuan menhelaskan bagaimana sebenarnya atom bahkan jarak sebenarnya antara elektron dan inti atomnya ini sangat sangat jauh sekali. Ketika kita membanyangkan pada dunia kita jika sebuah atom sebesar studio sepak bola maka inti atomnya sebesar biji polong ditengah studio sedangkan elektronnya bergerak mengelilingi inti atomnya sebesar butiran garam yang berarti atom itu 99% adalah kosong. Pertanyaannya adalah jika atom itu kosong mengapa dunia kita saat ini terasa solid bisa disentuh bisa diraba. Semua objek didunia ini terasa solid bukan karena atom itu solid tetapi karna gaya elektromagnetik yang ditimbulkan oleh elektron jadi, ketika kita sedang memegang sebuah suatu benda bisa saja kita menembusnya tetapi hal itu tidak bisa dilakukan karena elektron elektron ditangan kita memberika gaya elektromagnet pada

elektron di permukaan benda tersebut yang membuat atom atom tidak bisa menembus itulah sensasi solid yang kita rasakan.

Kajian atom ini melahirkan 3 cabang ilmu yaitu fisika nuklir, fisika partikel, dan fisika kuantum, hasil kajian dari fisika nuklir salah satunya adalah bom nuklir tetapi itu cuma aplikasi didunia militer dalam bidang ilmu energi fisika nuklir diaplikasikan sebagai pembangkir listrik tenaga nuklir ada juga dalam dunia kedokteran seperti magnitic resomance imaging(MRI), selanjutnya fisika partikel yang dimana ilmu yang berfokus untuk meneliti partikel - partikel sub-atomic karna partikel bukan hanya elektron, proton dan noutron tetapi ditemukan lebih dari 200 jenis partikel termasuk salah satunya yang pernah menghebohkan dunia yaitu partikel tuhan atau “God Particals” dan yang terakhir yaitu fisika kuantum membahas hukum - hukum yang berlaku pada dunia partikel sub-atomic yang dimana ini menjadi fokus utama dalam pembuatan mekanika *quantum computing*.

Pada tahun 1920-1930, konsep dasar fisika kuantum dikembangkan oleh para fisikawan seperti Niels Bohr, Werner Heisenberg, dan Erwin Schrödinger pada priode ini teori ini menggantikan pandangan klasik tentang fisika, membuka jalan untuk memahami prilaku partikel-partikel subatom. Selanjutnya pada tahun 1935 Albert Einstein, Boris Podosky dan Nathan Rosen merumuskan Paradox EPR(Einstein-Podosky-Rosen), menyoroti keterkaitan kuantum yang tampaknya bertentangan dengan prinsip lokalisasi. Meskipun pada saat itu hanya merupakan debat teoretis, hal ini membuka

jalan bagi ide-ide dalam pengembangan komputasi kauntum. Berikutnya pada tahun 1980 Bapak quantum computing yaitu Richard Philips Feynman dan David Elieser Deutsch mulai mengembangkan ide-ide tentang bagaimana komputasi kuantum dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang sulit atau bahkan tidak mungkin diselesaikan oleh komputer klasik. Setelah itu pada tahun 1994 ditemukan kode kuantum dan model quantum gates oleh Perter Shor dan Lov Grover yang dimana mengacu pada algoritma Shor dan Grover. Berikutnya pada tahun 2000-an eksperimen di laboratorium mulai mengimplementasikan kauntum bit(qubit) menggunakan berbagai sistem. Dan pada tahun 2010-an perusahaan-perusahaan besar dan lembaga seperti IBM, Google, dan Rigetti Computing berhasil menciptakan qubit yang lebih stabil dan mengimplementasikan algoritma kuantum pada perangkat keras mereka.

Perusahaan Goggle pada tahun 2019 telah mengumumkan *quantum supermary*. Dengan fakta ini mereka berhasil mengembangkan *quantum computing* pertama di dunia. Yang dimana mereka mengkalim berhasil menerapkan perhitungan acak pada *quantum supermary* dengan pengambilan sample acak yaitu 53-qubits *quantum processor scamore*. Namun dengan seiringannya dengan kemunculan *quantum computing* pertama ini, maka muncul masalah baru yang berdampak pada keamanan data yang dimana sebuah kemanan menjadi rentan untuk dipecahkan oleh kemampuan dari *quantum computing*. Adanya kemungkinan sistem keamanan *pre-quantum* yang rentan dibobol oleh *computer quantum* inilah yang menjadi perhatian

bahwa pengembangan dan riset untuk *post-quantum* yang menjadi penting untuk dikembangkan.(Urbasi Sinha,2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu adanya analisis terhadap dampak keamanan data yang akan terjadi ketika *post-quantum* yang nantinya dapat diminimalisir melalui perbandingan antara cara penggunaan kriptografi pada qubit dengan bit. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "ANALISIS PERBANDINGAN TEKNOLOGI PRA-QUANTUM DENGAN POST-QUANTUM DARI SISI KEAMANAN SISTEM INFORMASI" yang diharapkan dapat memberikan gambaran terkait keamann informasi ketika *post-quantum*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan indentifikasi dari latar belakang yang telah diuraikan diatas maka masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

a. Bagaimana menganalisis dampak resiko kerentanan keamanan data ketika *post-quantum* dari perbandingan cara kerja?

C. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam sebuah pembahansan bertujuan agar dalam pembahasannya lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Adapun batasan masalah dalam penulisan laporan ini adalah :

a. Dikarenakan *quantum computing* adalah teknologi terbaru dan dalam tahap pengembangan serta bidang yang kompleks maka terbatasnya penelitian terdahulu terhadap *quantum computing* pada penilitian ini

tidak dapat menggunakan banyak penelitian terdahulu yang diatas tahun 2018 tetapi tetap menggunakan penelitan yang versi terbaru dan relevan bagi penulis.

b. Penelitian ini hanya melakukan perbandingan cara kerja antara komputer konvesional yaitu bit dengan *quantum computing* yang menggunakan qubit serta keamanan kriptografi algoritma RSA.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk menghasilkan analisis cara kerja, kelemahan dan risiko keamanan pada teknologi *quantum computing*. Serta perbandingan kinerja antara teknologi *pra-quantum* dan *post-quantum* dari sisi keamanan yang dapat membantu universitas dalam pengembangan *quantum computing* serta dapat membantu Ketika terjadinya trasnsisi dari era komputer digital ke era kuantum komputer.

E. Manfaat Penelitian

a. Manfaat bagi penulis

Meningkatkan pengetahuan tentang keamanan data, dan *techology quantum computing* serta pengalaman untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan skripsi.

b. Manfaat bagi pembaca

Dapat menjadi refrensi dan menambah wawasan tentang dampak *quantum computing* serta dalam mencari informasi review *quantum computing*.

F. Sistematika Penulisan

Untuk meningkatkan kejelasan dan kemudahan pemahaman, penulis akan menyajikan sebuah ringkasan mengenai penyusunan skripsi ini. Untuk memberikan gambaran pokok sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang landasan teori serta rangkuman dari penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi, acuan atau dasar dalam menyelesaikan masalah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang tahapan-tahapan dalam penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data yang digunakan, teknik pengumpulan data dan metode yang akan digunakan.

BAB IV GAMBAR UMUM TEMPAT PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai sejarah objek penelitian, struktur penelitian, visi misi dan logo.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang mengenai pengumpulan data, tahap preprocessing, perbandingan, evaluasi validasi dan pengolahan data Naïve Bayes Classifier dan K-Nearest Neighbor.

BAB VI PENUTUP

Bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang telah diuraikan di bab-bab sebelumnya. DAFTAR PUSTAKA

BAB VI
PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat diambil ke simpulan bahwa. Kita perlu mengetahui bahwa realisasi pembangunan *quantum computing* hanya masalah waktu di masa depan. Gaya pemograman untuk komputer kuantum juga akan sangat berbeda. Pengembangan *quantum computing* membutuhkan banyak uang. Bahakan para ilmuawan tebaik tidak dapat menjawab banyak pertanyaan tentang fisika kuantum. *Quantum computing* didasarkan pada teori fisika dan beberapa eksperimen telah dilakukan. *Quantum computing* mudah memecahkan aplikasi yang tidak dapat dilakukan dengan bantuan komputer saat ini. Hal ini akan menjadi salah satu Langkah terbesar dalam ilmu pengetahuan dan niscaya akan merevolusi dunia komputasi. Serta analisis keamanan kriptosistem modern berdasarkan algoritma kriptografi kunci public memberikan wawasan penting tentang kekuatan dan Batasan keamanan algoritma tersebut. Penggunaan algoritma yang tepat, pengelola kunci yang baik, dan pengembangan protocol keamanan yang kuat menjadi kunci dalam memastikan keamanan kriptosistem modern di tengah perkembangan teknologi dan ancaman baru muncul. Perlu diperhatikan bahwa keamanan kriptosistem tidak hanya bergantung pada kekuatan algoritma kriptografi kunci publik, tetapi juga pada pengelolaan kunci yang baik, keamanan implementasi dan protokol keamanan yang tepat.

walaupun quantum computing adalah komputer tercanggih quantum computing juga memeliki kesulitannya tersendiri terhadap pengembangannya seperti decoherence yang dapat menyebabkan tidak stabilnya qubit, ini lah kenapa quantum computing harus memiliki suhu dengan kedinginan mendekati 0 derajat kelvin.

B. Saran

Jika ingin melakukan penelitian tentang *quantum computing*, setidaknya memahami dasar mekanika fisika *quantum*

DAFTAR PUSTAKA

Achmad Wahyu Hidayat, Riza Arifudin, & Isa Akhlis. (2020). *Implementation of RSA and RSA-CRT Algorithms for Comparison of Encryption and Decryption Time in Android-based Instant Message Applications*.

Adrian, Y., Friscilla, C., Suardiman, N., Wijaya, A., & Sudimanto. (2022). Analisa Perbandingan Waktu Enkripsi dan Dekripsi pada Algoritma ECC dan RSA. *Media Informatika*, *21*(2), 124–132. https://doi.org/10.37595/mediainfo.v21i2.95

Baldi, M., Santini, P., & Cancellieri, G. (2017). *Post-quantum cryptography based on codes: state of the art and open challenges*.

C, N. R., & K, M. S. (2023). An In-Depth Review of Blowfish Encryption Algorithm: Security, Performance, and Application. *2023 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/ICCCNT56998.2023.10307323

Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? *Physical Review*, *47*(10), 777–780. https://doi.org/10.1103/PhysRev.47.777

Esgin, M. F., Steinfeld, R., & Zhao, R. K. (n.d.). *MatRiCT + : More Efficient Post-Quantum Private Blockchain Payments*.

Iqbal Parabi, M., Kurniawan, D., Prabowo, R., Ilmu Komputer, J., Lampung, U., Sumantri Brojonegoro Nomor, J., & Lampung, B. (2023). *Enkripsi SHA-512* (Vol. 11, Issue 1).

LaPierre, R. (2021). *Shor Algorithm* (pp. 177–192). https://doi.org/10.1007/978-3-030-69318-3_13

Marsiani, E. S., Setiadi, I., Cahyo, A., Raya, J., No, T., Gedong, K., Rebo, P., & Timur, J. (2021). IMPLEMENTASI SISTEM KEAMANAN AES 256-BIT GCM GUNA MENGAMANKAN DATA PRIBADI. In *Jurnal Rekayasa Komputasi Terapan)* (Vol. 01).

Rol, M. A. (2020). *Control for Programmable Superconducting Quantum Systems*. https://doi.org/10.4233/uuid:0a2ba212-f6bf-4c64-8f3d-b707f1e44953

Singh, P. N., & Aarthi, S. (2021). Quantum Circuits – An Application in Qiskit-Python. *2021 Third International Conference on Intelligent Communication Technologies and Virtual Mobile Networks (ICICV)*, 661–667. https://doi.org/10.1109/ICICV50876.2021.9388498

Suhandinata, S., Rizal, R. A., Wijaya, D. O., Warren, P., & Srinjiwi, S. (2019). ANALISIS PERFORMA KRIPTOGRAFI HYBRID ALGORITMA BLOWFISH DAN ALGORITMA RSA. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, *6*(1), 1–10. https://doi.org/10.33330/jurteksi.v6i1.395

Zhang, X., Zhao, J., Xu, C., Wang, H., & Zhang, Y. (2022). DOPIV: Post-Quantum Secure Identity-Based Data Outsourcing with Public Integrity Verification in Cloud Storage. *IEEE*

Transactions on Services Computing, *15*(1), 334–345. https://doi.org/10.1109/TSC.2019.2942297