

Penerapan Algoritme CRF Pada Fitur *Named Entity Recognition* Sistem Tanya Jawab Sejarah Wali Songo

Akmaludin^{1*}, Dadang Iskandar Mulyana², Yuma Akbar³

Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Ilmu Komputer Cipta Karya Informatika,
 Jakarta, Indonesia

*Email Corresponding Author: akmaluddinibnumarzuki@gmail.com

Abstract

History of Islamic Culture is one of the contents of Islamic Religious Education subjects that must be taught at Madrasah Ibtidaiyah. Through learning Islamic Cultural History, it is hoped that it can provide motivation for students to know, understand, and live up to Islamic Cultural History which is the basis of their outlook on life. However, some students still consider the subject of Islamic Cultural History to be boring and difficult, because it has extensive/a lot of material, learning is less innovative, so that the interest and motivation of students in studying the history of Islamic culture is low, especially when the learning method used is in the form of lecture. In this study a Question Answering System (QAS) was developed as a learning medium and learning resource that can help students understand the material better. The algorithm used is Conditional Random Field (CRF) which is applied to the Named Entity Recognition process using the Stanford NER library. The test results show a Precision value of 83.4%, Recall of 86.8%, F1-Score 85.6% and overall system Accuracy of 73.97%.

Keywords: *Question Answering System; Named Entity Recognition; Conditional Random Field; Stanford NER; History of Islamic Culture*

Abstrak

Sejarah Kebudayaan Islam merupakan salah satu muatan mata pelajaran Pendidikan Agama Islam yang wajib diajarkan di Madrasah Ibtidaiyah. Melalui pembelajaran Sejarah Kebudayaan Islam, diharapkan dapat memberikan motivasi kepada peserta didik untuk mengenal, memahami, dan menghayati Sejarah Kebudayaan Islam yang menjadi dasar pandangan hidupnya. Namun, sebagian peserta didik masih menganggap mata pelajaran Sejarah Kebudayaan Islam membosankan dan sulit, karena memiliki materi yang luas/banyak, pembelajaran yang kurang inovatif, sehingga minat dan motivasi peserta didik mempelajari sejarah kebudayaan islam menjadi rendah, terutama ketika metode pembelajaran yang digunakan berbentuk metode ceramah. Pada penelitian ini dikembangkan *Question Answering System (QAS)* sebagai media pembelajaran dan sumber belajar yang dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih baik. Algoritme yang digunakan yakni *Conditonal Random Field (CRF)* yang diterapkan pada proses *Named Entity Recognition* dengan menggunakan *library Stanford NER*. Hasil uji menunjukkan nilai *Precision* sebesar 83.4%, *Recall* sebesar 86.8%, *F1-Score* 85.6% dan *Accuracy* sistem secara keseluruhan sebesar 73.97%.

Kata Kunci: *Question Answering System; Named Entity Recognition; Conditional Random Field; Stanford NER; Sejarah Kebudayaan Islam*

1. Pendahuluan

Pendidikan di era revolusi industri 4.0 menuntut transformasi pendidikan dengan mengintegrasikan teknologi kedalam pembelajaran. Kecerdasan buatan merupakan salah satu produk teknologi yang sangat erat kaitannya dengan revolusi industry 4.0. Pemanfaatan kecerdasan buatan diberbagai bidang membawa pengaruh yang signifikan pada efektivitas pekerjaan manusia. Bidang pendidikan pun dapat mengimplementasikan kecerdasan buatan pada kegiatan pembelajaran [1-3]. Hal ini dikuatkan ketika terjadi suatu hal seperti wabah pandemi *Covid-19*, dimana sistem pembelajaran dialihkan secara daring, sehingga menuntut penyelenggara pendidikan untuk dapat adaptif memenuhi kebutuhan peserta didik dalam

kegiatan pembelajaran. Pemanfaatan perangkat digital sebagai media pembelajaran dapat digunakan dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran. Dalam situasi seperti tersebut, media pembelajaran menjadi salah satu faktor penting yang dapat membantu guru dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan efektifitas pembelajaran [4]. Sejalan dengan konsep kebijakan pendidikan pada era revolusi industri 4.0, dengan pemanfaatan perangkat digital dan teknologi untuk mendukung kesuksesan pendidikan, salah satunya dengan pengembangan fasilitas teknologi *ubiquitous learning* dalam media digital pembelajaran [5].

Sejarah Kebudayaan Islam merupakan salah satu sub bidang mata pelajaran pendidikan agama Islam yang wajib diajarkan di Madrasah Ibtidaiyah dari kelas 3 hingga kelas 6 [6]. Namun, peserta didik beranggapan mata pelajaran SKI merupakan mata pelajaran yang membosankan serta sulit karena dianggap memiliki materi yang mengharuskan untuk menghafal [7]. Materi yang padat dan banyak serta alokasi waktu 2 jam per pekannya, kurangnya inovasi dan strategi dalam proses pembelajaran membuat turunnya minat dan motivasi peserta didik dalam mempelajari sejarah kebudayaan islam [8].

Salah satu bentuk implementasi teknologi kecerdasan buatan adalah *Question Answering System* sebagai bentuk optimalisasi penggunaan *Search Engine* dalam mendapatkan informasi pada domain tertentu yang mengembalikan sebuah informasi berupa jawaban langsung [9].

Conditional Random Field (CRF) merupakan sebuah algoritme yang dapat diimplementasikan dalam proses pengenalan entitas, dari berbagai penelitian dengan implementasi berbagai bahasa di dunia CRF berhasil menghasilkan nilai akurasi sebesar 92.29% pada bahasa Inggris, 90.7% untuk bahasa Bengali dan pada bahasa Indonesia mencapai 90.53% untuk akurasi dengan menggunakan data latih dan data uji yang sama, untuk akurasi pada data latih dan data uji yang berbeda menunjukkan hasil sebesar 90.06% [10].

Penelitian ini akan difokuskan dalam implementasi algoritme CRF menggunakan *library Stanford NER*, dan menguji akurasi kinerja algoritme, dengan objek *domain question answering system* adalah Sejarah Kebudayaan Islam di Madrasah Ibtidaiyah di Indonesia.

2. Tinjauan Pustaka

1) *Named Entity Recognition*

Named Entity Recognition (NER) adalah bagian dari *Information Extraction* (IE) dimana didalam proses tersebut dilakukan identifikasi kata atau kalimat dengan diberi tanda dan mengklasifikasikannya menjadi tiap kategori yang berbeda yang telah ditentuka sebelumnya seperti lokasi, nama orang, organisasi, tempat, dan lain sebagainya. Pada awalnya NER hanya dipakai oleh *the Six Message Understanding Conference* (MUC) dalam ekstraksi informasi dari salah satu dokumen informasi yang tidak berstruktur [11].

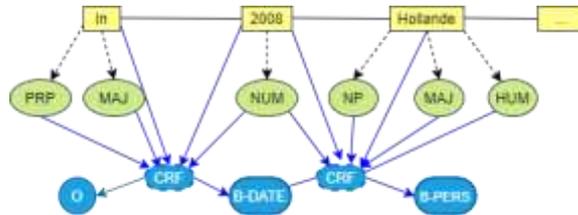
Beberapa format anotasi yang dapat digunakan dalam mengkodekan data pada teks diantaranya format Tags, BIO (*Begin, Inside, Outside*), atau BILOU (*Begin, Inside, Last, Outside, Unique*). Pada model NER CRF anotasi menggunakan format BIO lebih sering digunakan [12]. Berikut contoh token yang telah diberi anotasi menggunakan format BIO.

Tabel 1 Tag Format BIO

| Token | Tag BIO |
|--------------|---------|
| Sunan | B-PER |
| Gunung | I-PER |
| Jati | I-PER |
| atau | O |
| nama | O |
| aslinya | O |
| Syarif | B-PER |
| Hidayatullah | I-PER |
| , | O |
| lahir | O |
| 1448 | B-DATE |
| M. | I-DATE |

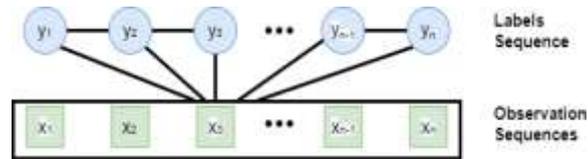
2) Conditional Random Field

Conditional Random Field (CRF) merupakan sebuah model probabilistik yang digunakan dalam segmentasi dan labelling suatu sekuen data, labelling sekuen data adalah sebuah pekerjaan untuk menetapkan label (Y_i) pada setiap *input* kata (X_i) dalam sebuah urutan kata, sehingga output yang dihasilkan atau label (Y) sesuai dengan input kata (X) [10]. CRF memilih urutan label atau tag yang memiliki probabilitas maksimum diantara semua kemungkinan urutan tag (*Sequences of tag*).



Gambar 1. Ilustrasi Model NER CRF [13]

Ekstraksi fitur merupakan proses yang paling penting dalam pembuatan model CRF, karena memiliki fungsi dalam menggabungkan fitur dengan label yang bersesuaian antara label yang berdekatan. Fungsi fitur (*feature function*) sendiri adalah sebuah fungsi yang menggambarkan karakteristik urutan yang sesuai dengan labelnya atau label yang berdekatan.



Gambar 2. Representasi Grafis Linear-Chain CRF [14]

Formulasi matematis dari untuk mendeskripsikan probabilitas seluruh urutan label (tag) y dan seluruh urutan input (kata yang diobservasi) ini dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$P(y|x) = \frac{\exp(\sum_j w_j F_j(x, y))}{\sum_{y'} \exp(\sum_j w_j F_j(x, y'))} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

$$F_j(x, y) = \sum_{i=1}^L f_j(y_{i-1}, y_i, x, i) \dots\dots\dots (2)$$

Fungsi $F_j(x, y)$ disebut dengan fungsi fitur global (*global feature function*) karena fungsi tersebut merupakan jumlah nilai dari setiap fitur fungsi lokal untuk setiap posisi i di y . Persamaan untuk fungsi fitur lokal adalah seperti pada formula 3).

$$f_j(y_{i-1}, y_i, x, i) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

- y_{i-1} = label data $i-1$ di x ,
- y_i = label data i di x ,
- x = set input vector string,
- i = posisi data yang sedang diprediksi dalam sebuah urutan.

Setiap fungsi fitur f_j dalam CRF pada posisi i akan membentuk informasi yang berbeda tergantung dari (y_{i-1}, y_i, x, i) dan akan menghasilkan nilai 1 atau 0. Setelahnya menentukan nilai lambda (parameter) untuk setiap fungsi fitur, seperti pada persamaan berikut:

$$p(y|x, \lambda) = \frac{1}{Z(x)} \exp\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_i(x, i, y_{i-1}, y_i) \right\} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$$Z(x) = \sum_{y^1} \sum_{y^2} \dots \sum_{y^n} \exp\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_i(x, i, y_{i-1}, y_i) \right\} \dots\dots\dots (5)$$

Penaksiran parameter adalah proses untuk mendapatkan nilai optimal dari parameter fungsi fitur yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Prosedur maksimum *likelihood* digunakan untuk menghitung nilai optimal parameter fungsi fitur, prosedur ini nantinya akan memperlihatkan nilai yang menunjukkan banyaknya parameter pada data pelatihan. Setelah mendapatkan model dari proses training data latih, selanjutnya menerapkan model pada data pengujian [15]. langkah-langkah untuk menerapkan *maximum likelihood estimation*, ini yakni membentuk fungsi *likelihood* ke dalam bentuk log likelihood

$$L(y, x, \lambda) = -\log\left\{ \prod_{k=1}^m P(y^k|x^k, \lambda) \right\} \dots\dots\dots (6)$$

$$= - \sum_{k=1}^m \log\left| \frac{1}{Z(x^k)} \exp\left\{ \sum_{i=1}^n \sum_j \lambda_j f_i(x^k, i, y_{i-1}^k, y_i^k) \right\} \right| \dots\dots\dots (7)$$

Dalam penerapan *Maximum Likelihood Estimation* pada *Negative Log Function*, akan dicari argmin untuk mendapatkan estimasi parameter yang optimal, dengan menggunakan turunan parsial (*Partial Derivative*) yang sehubungan dengan lambda, seperti pada persamaan 8.

$$\frac{\partial L(x, y, \lambda)}{\partial \lambda} = - \sum_{k=1}^m F_j(y^k, x^k) + \sum_{k=1}^m p(y|x^k, \lambda) F_j(y, x^k) \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

$$F_j(y, x) = \sum_{i=1}^n f_i(x, i, y_{i-1}, y_i)$$

Setelah mencari Turunan Parsial, langkah selanjutnya yakni menggunakan turunan parsial sebagai langkah pada *Gradient Descent*, dimana *Gradient Descent* berfungsi untuk terus memperbaiki nilai-nilai parameter atau bobot model secara iteratif, hingga nilai menjadi konvergen atau nilai lambda bertemu, dengan menerapkan *gradient descent* dapat meminimalkan *loss* atau *error* pada nilai prediksi. Persamaan Gradient Descent untuk *Conditional Random Field* seperti pada 9.

$$\lambda = \lambda + \alpha \left[\sum_{k=1}^m F_j(y^k, x^k) + \sum_{k=1}^m p(y|x^k, \lambda) F_j(y, x^k) \right] \dots\dots\dots (9)$$

Kemudian pada inference model akan diberikan data baru, dan label baru yang paling optimal untuk data tersebut berdasarkan urutan label yang ada berdasarkan persamaan 9.

$$y^* = \operatorname{argmax}_y p(y|x, \lambda^*) \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

y* adalah label prediksi

y adalah label

p (y|x, λ*) adalah probabilitas yang didapatkan dari persamaan 4.

3. Metodologi

Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini yakni *Waterfall* yang terdiri dari beberapa fase yakni analisis dan definisi kebutuhan, perancangan dan desain sistem, implementasi dan pengujian sistem, dan pemeliharaan.

1) Analisis dan Definisi Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada, menganalisa kebutuhan, sehingga implementasi aplikasi *Question Answering System* dapat dibangun dengan sesuai. Berikut kebutuhan fungsional dan non-fungsional.

Tabel 2. Kebutuhan Fungsional

| Kode Fungsional | Keterangan |
|-----------------|---|
| FR-01 | Sistem mampu menerima input pertanyaan seputar SKI MI kelas VI. |
| FR-02 | Sistem mampu mengembalikan informasi dari data korpus. |
| FR-03 | Sistem dapat mengekstraksi dari data korpus. |
| FR-04 | Sistem dapat menampilkan halaman bantuan aplikasi. |
| FR-05 | Sistem dapat melakukan <i>preprocessing</i> pada pertanyaan yang diinputkan |

Kebutuhan non-fungsional dari sistem disajikan pada Tabela 3.

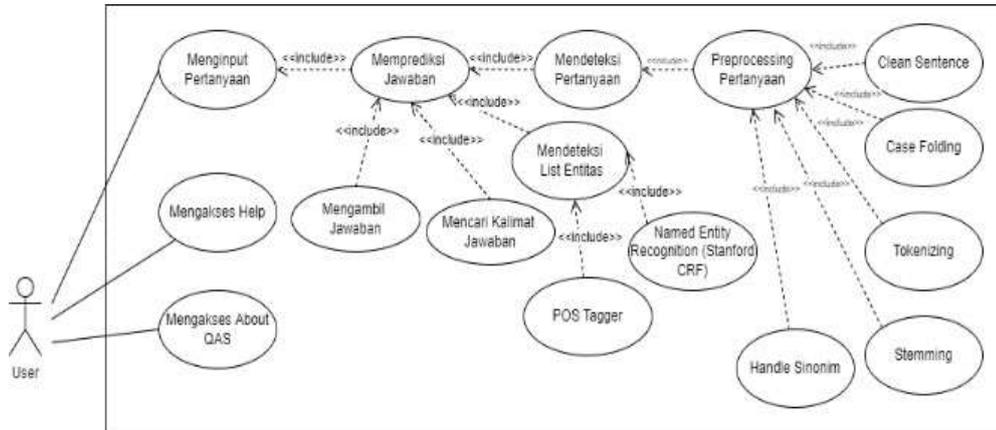
Tabel 3. Kebutuhan Non Fungsional

| Kode Non-Fungsional | Parameter | Keterangan |
|---------------------|--------------------|---|
| NFR-01 | <i>Reliability</i> | Sistem dapat memberi responsesuai pertanyaan. |
| NFR-02 | <i>Availabiliy</i> | Sistem hanya menerima input Bahasa Indonesia. |
| NFR-03 | <i>Respon time</i> | Sistem merespon dengan maksimal waktu 15 detik. |
| NFR-04 | <i>Probability</i> | Sistem dapat diakses di beberapa platform web. |

Untuk data pertanyaan terdiri dari 5 kategori dengan jumlah masing-masing pertanyaan sebagai berikut: 'Apa' berjumlah 12, 'Siapa' berjumlah '15', 'Kapan' berjumlah 16, 'Dimana' berjumlah 15, dan 'Berapa' berjumlah 15. Sedangkan untuk data *training* yang digunakan untuk *tagging* BIO (*Begin-Inside-Outside*) entitas berjumlah 6.676 token dan disimpan dalam format .tsv.

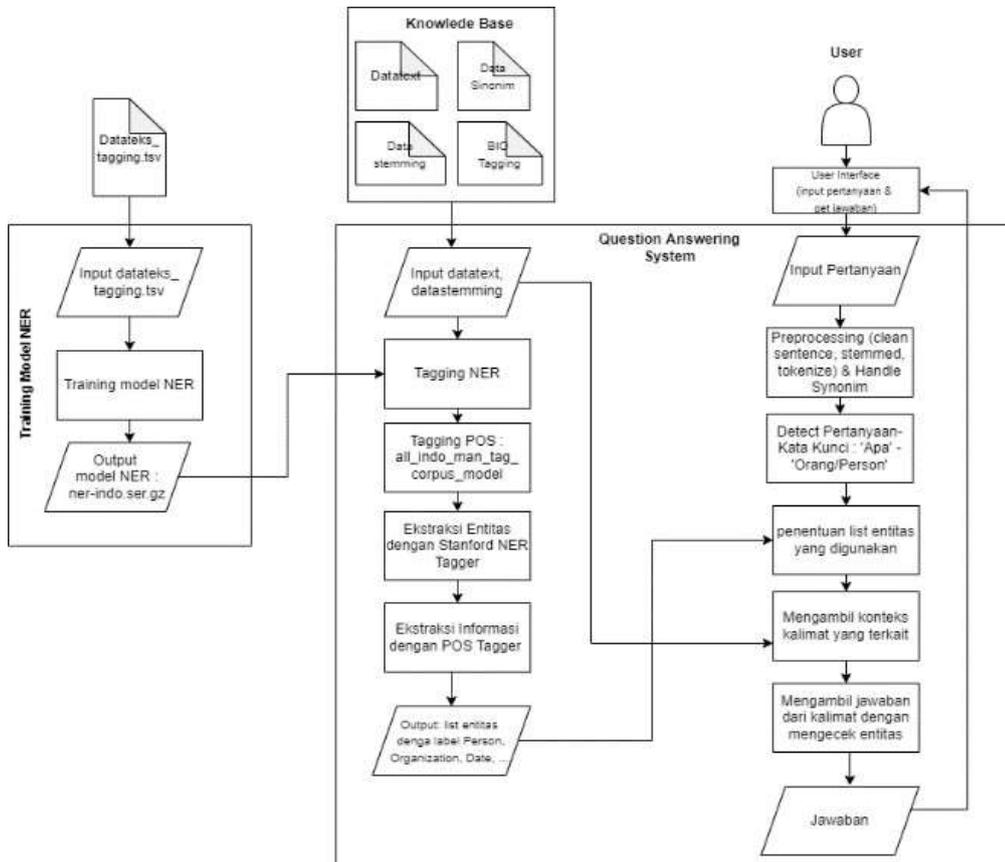
2) Desain Sistem

Gambar 3 merupakan Use Case Diagram dari Question Answering System



Gambar 3. Use Case Diagram Question Answering System

Gambar 3 merupakan usecase dari question answering system, terdiri dari 1 aktor yakni user dan 16 case. Berikut arsitektur sistem dari Question Answering System.



Gambar 4. Arsitektur Sistem QAS

Gambar 4 diatas merupakan gambaran umum rancangan arsitektur sistem, yang terdiri dari proses training ner dengan menggunakan data token yang telah diberi tag BIO sebelumnya yang berjumlah 6.676, menggunakan Stanford NER untuk mendapatkan model NER, dengan rincian seperti pada tabel berikut:

Tabel 4 Jumlah Tag BIO

| Tag BIO | Jumlah |
|--------------|--------------|
| O | 4.586 |
| B-PER | 582 |
| I-PER | 781 |
| B-LOC | 267 |
| I-LOC | 83 |
| B-DATE | 55 |
| I-DATE | 38 |
| B-ORG | 108 |
| I-ORG | 76 |
| Total | 6.576 |

Untuk proses mendapatkan jawaban tahapan pertama, yakni input pertanyaan yang kemudian data pertanyaan akan dimasukkan kedalam *text pre-processing*, kemudian didapatkan *keyword*, dan tipe pertanyaan, yang kemudian akan masuk ke proses penentuan list entitas yang sebelumnya telah di- *training* dan di-*testing* menggunakan Stanford NER Tagger, setelah itu *keyword* akan digunakan dalam perangkingan kalimat untuk menentukan jawaban. Setelah tahapan ini terlewati selanjutnya kalimat yang mengandung konteks terkait akan diekstraksi jawabannya dan dikembalikan kepada *user*.

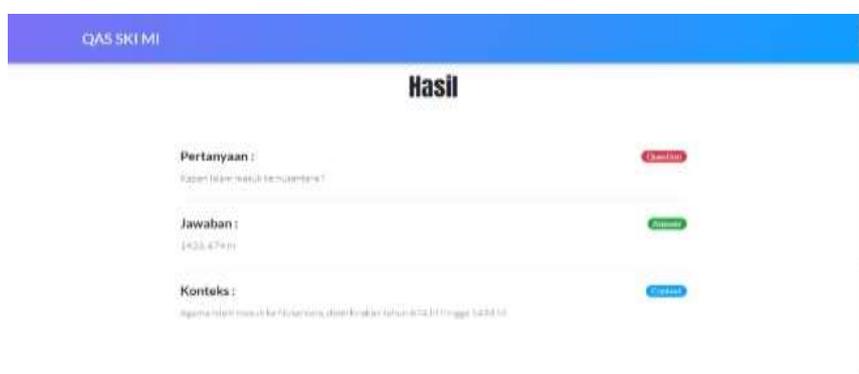
3) Implementasi dan Pengujian Sistem

Tahapan ini merupakan penerapan dari semua rancangan sistem yang telah didefinisikan sebelumnya, meliputi implementasi *sourcecode* dan *interface* dari sistem. Untuk tahapan pengujian dibedakan menjadi dua kategori, yakni pengujian untuk NER dan pengujian untuk QAS.



Gambar 5. Dashboard Awal Sistem

Gambar 5 merupakan implementasi *interface* halaman awal dari QAS Sejarah Kebudayaan Islam MI, terdapat kolom pertanyaan dimana *user* dapat menginputkan pertanyaan yang ingin ditanyakan, dibawah nya terdapat beberapa contoh pertanyaan yang dapat ditanyakan oleh *user*.



Gambar 6. Halaman Jawaban Sistem

menampilkan jawaban dari pertanyaan yang telah dimasukkan oleh user. Terdapat bagian konteks yang merupakan kalimat terkait dengan jawaban, dibagian bawah terletak tombol untuk user bertanya kembali.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan dua kategori berbeda yakni:

1) Pengujian NER

Perbandingan antara data *training* dan data *testing* yakni sebesar 60% dan 40% sebanyak 6.576 token digunakan untuk proses *training* dan 4.395 token untuk proses *testing*. Adapun untuk pengujian menggunakan *confusion matrix* dari *library python* SKLearn, berikut hasil *confusion matrix* pada pengujian NER.



Gambar 7. Nilai Confusion Matrix

Dalam pengujian ini menghasilkan nilai *precision*, *recall* dan F1 Score untuk setiap tag, adalah seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Confusion Matrix

| Parameter Tagging | Precision | Recall | F1-Score |
|-------------------|-----------|--------|----------|
| B-PER | 0.17 | 0.05 | 0.08 |
| I-PER | 0.39 | 0.09 | 0.15 |
| B-ORG | 0.04 | 0.01 | 0.02 |
| I-ORG | 0.10 | 0.03 | 0.04 |
| B-LOC | 0.25 | 0.07 | 0.11 |
| I-LOC | 0.62 | 0.12 | 0.20 |
| B-DATE | 0.41 | 0.36 | 0.38 |
| I-DATE | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| O | 0.85 | 0.98 | 0.91 |

Dari hasil pengujian nilai *recall* tertinggi terdapat pada *tagging* B-DATE dengan nilai 0.36 dan terendah pada entitas I-DATE yakni 0.00, sedangkan untuk nilai *precision* tertinggi terdapat pada *tagging* I-LOC yakni 0.62 dan terendah pada *tagging* I-DATE sebesar 0.00 dan nilai *F1 Score* tertinggi terdapat pada *tagging* B-DATE yakni 0.38 dan terendah pada *tagging* I-DATE sebesar 0.00, nilai *recall*, *precision* dan *F1-Score* yang dicapai cukup rendah, hal ini dikarenakan sedikitnya jumlah entitas yang tersedia didalam dataset dan didominasi oleh token yang bukan merupakan entitas. Sedangkan nilai akurasi mencapai 81.8%.

2) Pegujian QAS

Pengujian dengan metode *Confusion Matrix* ini dilakukan untuk mengetahui kinerja atau akurasi dari *Question Answering System* yang telah dibangun, pengujian akurasi QAS dilakukan dengan memperhatikan sistem dalam memberikan jawaban terhadap pertanyaan yang telah

dimasukkan oleh *user*, dalam skenario pengujian ini diberikan 73 pertanyaan tentang SKI MI Kelas VI.

Tabel 6 Contoh Pengujian Pertanyaan

| No | Pertanyaan | Aktual | Prediksi | Hasil |
|----|---|------------------------------|------------------------------|-------|
| 1 | Apa nama kumpulan wali yang menyebarkan islam keberbagai pelosok Nusantara? | Wali songo | Wali songo | Benar |
| 2 | Apa nama istana yang didisirkan agama islam oleh Sunan Gresik? | Majapahit | Majapahit | Benar |
| 3 | Apa nama masjid yang dibangun oleh Sunan Gresik? | Masjid pesucinan | pesantren | Salah |
| 4 | Apa nama masjid Pesucinan ini? | Masjid Maulana Malik Ibrahim | Masjid Maulana Malik Ibrahim | Benar |
| 5 | Apa nama masjid yang dibangun oleh Sunan Ampel? | Masjid Ampel | Masjid Ampel | Benar |

Tabel 7 berikut merupakan hasil perhitungan Precision, Recall dan F1 Score.

Tabel 7 Hasil *precision, recall dan f1 score*

| No | Kategori | Precision | Recall | F1 Score |
|---------------|----------|-----------|--------|----------|
| 1 | Apa | 0.80 | 0.88 | 0.88 |
| 2 | Siapa | 0.86 | 1.00 | 0.92 |
| 3 | Kapan | 0.92 | 0.86 | 0.90 |
| 4 | Dimana | 0.78 | 0.91 | 0.84 |
| 5 | Berapa | 0.81 | 0.69 | 0.74 |
| Jumlah | | 83.4% | 86.8% | 85.6% |

Selanjutnya adalah perhitungan untuk akurasi sistem secara keseluruhan, seperti berikut ini:

$$Accuracy = \frac{\text{jawaban data uji yang benar}}{\text{jumlah semua data uji}} \times 100\%$$

$$= \frac{54}{73} \times 100\% = 73.97\%$$

Dari hasil pengujian 73 data pertanyaan dengan 5 kategori pertanyaan, didapatkan hasil rata-rata untuk kinerja sistem dalam menjawab pertanyaan secara tepat atau *Precision* sebesar 83.4%, kinerja sistem dalam menemukan kembali informasi atau *Recall* sebesar 86.8% dan *Accuracy* sistem secara keseluruhan sebesar 73.97%.

5. Simpulan

Algoritma *Conditional Random Field* dapat diimplementasikan pada *question answering system* SKI MI sebagai fitur *named entity recognition* pada pertanyaan dan dataset jawaban, setelah melewati tahapan *text preprocessing, stemming* dan POS Tagger dengan menggunakan 73 pertanyaan.

Kinerja algoritme *Conditional Random Field* untuk fitur *named entity recognition* dalam membantu sistem memprediksi jawaban mencapai akurasi sebesar 73.97%.

Kekurangan sistem masih belum dapat mengatasi keambiguan jawaban dengan dua entitas yang memiliki jenis serupa dalam satu kalimat yang sama pada dataset, masih adanya jawaban yang salah dikarenakan proses NER masih memiliki error pada prediksi data, hal ini dikarenakan kurangnya dataset yang mengandung entitas, serta masih belum dapat menjawab pertanyaan yang bersifat non-factoid seperti bagaimana dan mengapa. Untuk pertanyaan yang gagal ataupun kurang tepat dalam prediksi jawaban hal ini dikarenakan kurangnya data latih yang memiliki entitas tersebut

Daftar Referensi

- [1] N. L. P. N. S. Putri, & P. T. H. Permana, "Media Pembelajaran dengan Kecerdasan Buatan dalam Pembelajaran Bahasa Inggris Generasi-Z". *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, vol. 4, no. 2, pp. 756-767, 2020.
- [2] L. P. A. S. Tjahyanti, P.S. Saputra, & S.M. Gitakarma, "Peran Artificial Intelligence (AI) Untuk Mendukung Pembelajaran di Masa Pandemi Covid-19". *KOMTEKS*, vol., no. 1, pp. 15-21, 2022.
- [3] D. Manongga, U. Rahardja, I. Sembiring, N. Lutfiani, & A.B. Yadila, "Dampak Kecerdasan Buatan Bagi Pendidikan". *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, vol. 3, no. 2, pp. 41-55, 2022.
- [4] T. Nurrita, "Pengembangan Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," *Misykat*, vol. 03, no. 01, pp. 171-187, 2018.
- [5] Y. A. Gerhana, O. T. Kurahman, N. Lukman and A. R. Atmadja, "Personalized Learning: Tantangan Pengembangan LMS Di Era Pendidikan 4.0," *Karya Tulis Ilmiah LP2M UINSGD Bandung*, pp. 1-12, 2020
- [6] KMA, Keputusan Menteri Agama No.184 Pedoman Implementasi Kurikulum Pada Madrasah, Jakarta: Kementerian Agama Indonesia, 2019.
- [7] E. Rohayati, "Penerapan Model Pembelajaran Giving Question and Getting Answer Untuk Meningkatkan Hasil Pembelajaran Siswa Pada Mata Pelajaran SKI: Penelitian Quasi Eksperimen Terhadap Siswa Kelas 8 MTSN2 Kota Bandung Materi Perkembangan Kebudayaan Islam Dinasti Bani Umayyah," UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung, 2017.
- [8] A. H. Hasmar, "Probelamatika Pembelajaran Sejarah Kebudayaan Islam Di Madrasah," *Mudarrisuna*, vol. 10, no. 1, pp. 15-33, 2020.
- [9] R. Mervin, "An Overview of Question Answering System," *IJRATE*, Vol. 1, p. 11, 2013.
- [10] N. Jaariyah and E. Rainarli, "Conditional Random Field Untuk Pengenalan Bernama Pada Teks Bahasa Indonesia," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, pp. 29- 34, 2017.
- [11] D. S. Rachmad, "Review Named Entity Recognition Dengan Menggunakan Machine Learning," *Jurnal Sains dan Informatika*, pp. 28-31, 2020.
- [12] D. Nouvel, M. Ehrmann and S. Rosset, *Named Entities for Computational Linguistics*, London: ISTE, 2016.
- [13] L. Antanas, B. Gutmann, I. Thon, K. Kersting and L. D. Redt, "Combining Video and Sequential Statistical Relational Techniques to Monitor Card Games," in *Online Proceedings of ICMML Workshop on Machine Learning and Games*, 2010.
- [14] S. E. Nainggolan, "Named Entity Recognition for Herbal Plants Using Conditional Random Field," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [15] L. F. Lidimillah, "Question Answering Terjemah Al Qur'an Menggunakan Named Entity Recognition," *Jurnal Ilmiah Informatika*, pp. 139-145, 2017.