

# Penerapan Konsep *Non-deterministic Finite Automata* Dalam Diagnosa Penyakit ISPA

Risqi Pradana Aryanto\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
Jl. Karimata no 49 Jember, Jawa Timur  
e-mail: [\\*1riskipradana221001@gmail.com](mailto:*1riskipradana221001@gmail.com)

## Abstrak

Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) merupakan kondisi kesehatan umum dan serius di seluruh dunia. Diagnosa dini ISPA penting untuk penanganan yang tepat dan pengendalian penyebaran penyakit. Namun, proses diagnosa Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) membutuhkan investasi waktu, biaya, dan keahlian yang signifikan. Itulah sebabnya, diperlukan suatu metode otomatis guna mendukung langkah-langkah diagnosa ISPA. Dalam penelitian ini, konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) diterapkan untuk melakukan diagnosa penyakit ISPA. NFA adalah model matematika yang dapat menggambarkan sistem yang non-linear dan tidak terstruktur. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan metode otomatis yang dapat mengidentifikasi pola kompleks dalam gejala penyakit ISPA dan memberikan diagnosa yang akurat. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan penerapan NFA menggunakan aplikasi J-Flap. Data yang digunakan adalah data gejala ISPA dari penelitian sebelumnya. Desain NFA dibuat berdasarkan gejala-gejala ISPA dan kemungkinan transisi antara gejala-gejala tersebut. Uji coba dilakukan menggunakan kasus-kasus ISPA yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NFA berhasil mengenali pola dalam gejala penyakit ISPA dan memberikan diagnosa yang sesuai dengan data masukan. Penggunaan NFA dalam diagnosa ISPA menggunakan J-Flap dapat dilakukan dengan akurasi yang tinggi. Selain itu, penelitian ini memberikan opsi diagnosa yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

**Kata Kunci:** *Finite automata*, ISPA, NFA, Diagnosa, Penyakit

## ***Application of the Non-deterministic Finite Automata Concept in the Diagnosis of ISPA***

### ***Abstract***

*Acute Respiratory Infection (ARI) is a common and serious health problem worldwide. Early diagnosis of ARTI is crucial for appropriate treatment and disease control. However, ARTI diagnosis requires time, cost, and high expertise. Therefore, an automated method is needed to assist in the ARTI diagnosis process. This research applies the concept of Non-deterministic finite automata (NFA) in the diagnosis of ARTI. NFA is a mathematical model that can describe non-linear and unstructured systems. The aim of this study is to develop an automated method that can identify complex patterns in ARTI symptoms and provide accurate diagnoses. The research method employed in this study is experimental, utilizing NFA implementation using the J-Flap application. The data used consists of ARTI symptom data from previous studies. The NFA design is created based on ARTI symptoms and the possible transitions between these symptoms. Testing is conducted using different ARTI cases. The research results demonstrate that the NFA successfully recognizes patterns in ARTI symptoms and provides diagnoses that align with the input data. The use of NFA in ARTI diagnosis using J-Flap can achieve high accuracy. Furthermore, this research offers improved diagnostic options compared to previous studies. Consequently, this study addresses the challenges posed by the complexity of ARTI symptom variations by applying the NFA concept. The developed automated method can provide accurate diagnoses for ARTI and overcome the limitations of the traditional diagnosis process.*

**Keywords:** *Finite automata, Acute respiratory infection, NFA, Diagnose, Disease*

## 1. Pendahuluan

ISPA adalah suatu masalah kesehatan yang sering terjadi dan banyak dijumpai di seluruh dunia. ISPA termasuk dalam kategori penyakit menular yang dapat menyerang saluran pernapasan, mulai dari infeksi ringan seperti pilek hingga infeksi serius seperti pneumonia [9]. ISPA memiliki dampak negatif yang signifikan pada individu, masyarakat, dan sistem kesehatan. Dalam permasalahan ini, deteksi dan diagnosis dini penyakit ISPA menjadi sangat penting guna memberikan penanganan yang tepat dan mengurangi penyebaran penyakit. Diagnosis penyakit ISPA umumnya memerlukan pemeriksaan klinis oleh tenaga medis yang berpengalaman. Namun, proses ini sering memakan waktu, mahal, dan memerlukan keahlian yang tinggi. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan yang mendesak untuk mengembangkan metode otomatis yang dapat membantu dalam proses diagnosis penyakit ISPA. Meskipun telah ada upaya untuk mengembangkan metode otomatis dalam diagnosis penyakit ISPA, beberapa kendala masih harus dihadapi. Salah satu kendala utama adalah kompleksitas variasi gejala penyakit yang sulit diidentifikasi secara akurat. Setiap individu dapat menunjukkan gejala yang berbeda-beda, sehingga membuat diagnosis yang tepat menjadi sulit. Selain itu, penyakit ISPA sering kali memiliki pola yang non-linear dan tidak terstruktur, yang membuat proses diagnosis menjadi tantangan.

Dalam penelitian ini, konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) akan diterapkan untuk proses diagnosis penyakit ISPA. NFA merupakan model matematika yang digunakan untuk menggambarkan dan memahami sistem yang memiliki sifat non-linear dan tidak terstruktur [8]. Dengan menerapkan konsep NFA, tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan metode otomatis yang dapat mengidentifikasi pola kompleks dalam gejala penyakit ISPA dan memberikan diagnosis yang akurat. Sebelumnya pemodelan menggunakan *finite automata* banyak di gunakan pada kasus seperti pemodelan *vending machine*, pembuatan game sederhana, dan pemodelan lainnya [3,4,7,11]. Penelitian lainnya [1,2,5], menunjukkan bahwa *finite automata* bisa mendiagnosa beberapa penyakit seperti penyakit kanker dan jantung, dan secara efektif dengan lebih optimal karena memiliki beberapa diagnosa yang lengkap.

Pada penelitian sebelumnya, sudah ada konsep penerapan konsep *finite automata*, khususnya *Non-deterministic finite automata* (NFA), dalam diagnosis penyakit ISPA [10]. Namun, ada beberapa kekurangan yang masih perlu diatasi dalam penelitian sebelumnya antara lain keterbatasan dalam jangkauan diagnosa penyakit ISPA yaitu hanya memiliki dua diagnosa Laringitis dan Bronchitis saja. Penyakit ISPA memiliki kompleksitas variasi gejala yang sulit diidentifikasi secara akurat. Setiap individu bisa menunjukkan gejala yang berbeda-beda, membuat diagnosis yang tepat menjadi sulit. Penelitian lainnya yang terkait dengan penyakit ISPA [6] menunjukkan bahwa ISPA juga dapat di diagnosa menggunakan metode *Forward chaining* dengan data gejala dan diagnosa yang lebih lengkap dan akurat. Namun walaupun dalam penelitian ini memiliki data gejala dan diagnosa penyakit ISPA yang lebih lengkap, namun dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan menggunakan lain terutama dalam hal mewakili pola non-linear dan tidak terstruktur dari gejala penyakit ISPA.

Dengan demikian, tujuan daripada penelitian ini yaitu untuk mengatasi kendala-kendala yang ada dalam diagnosa penyakit ISPA dengan menerapkan konsep *finite automata*, khususnya *Non-deterministic finite automata* (NFA) dengan data gejala dan diagnosa yang lebih lengkap dan detail dari penelitian sebelumnya [6]. Diharapkan bahwa melalui penelitian ini, dapat dikembangkan metode otomatis yang dapat memberikan diagnosa ISPA dengan akurasi yang tinggi serta mampu mengatasi kompleksitas variasi gejala penyakit secara tepat.

## 2. Metode Penelitian

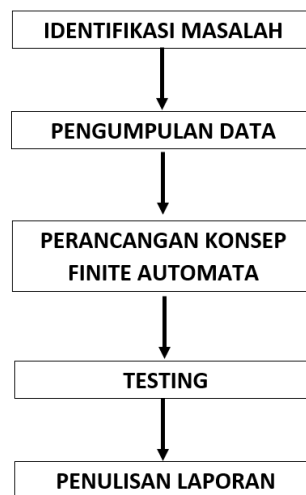
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental yaitu dengan menerapkan konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) dalam proses diagnosa penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) menggunakan aplikasi J-Flap untuk membuat dan menguji efektivitas dan keabsahan dari desain FA-nya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem diagnosa yang efektif dan efisien untuk mendiagnosa ISPA berdasarkan gejala yang ditunjukkan oleh pasien.

Data yang dipakai pada penelitian ini berasal dari pasien yang didiagnosis mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Gejala-gejala penyakit yang diobservasi termasuk demam, batuk, pilek, sakit tenggorokan, dan sesak napas [6]. Alat dan bahan yang digunakan meliputi aplikasi *J-Flap 7.0* sebagai perangkat lunak untuk membuat dan menguji desain FA. Aplikasi ini dipilih karena mampu mendukung konsep NFA dan memungkinkan pemodelan yang fleksibel dalam proses diagnosa.

Proses penelitian dimulai dengan mengumpulkan data gejala penyakit ISPA dari penelitian sebelumnya. Data tersebut kemudian dianalisa serta digunakan sebagai dasar untuk merancang *Finite automata* (FA), menggunakan aplikasi *J-Flap*. Desain FA yang dibuat mencerminkan kumpulan gejala-gejala ISPA dan kemungkinan transisi antara gejala-gejala tersebut. Setelah desain FA selesai dibuat, uji coba dilakukan dengan menguji sistem diagnosa menggunakan kasus-kasus ISPA yang berbeda.

### Kerangka Konseptual Penelitian

Pada penelitian ini, di gunakan juga kerangka konseptual penelitian [3] yang merupakan tahapan yang adakan di laksanakan pada penelitian ini yang meliputi tiga tahapan yaitu (1) Identifikasi Masalah, (2) Pengumpulan data, (3) Perancangan Konsep *Finite state automata*, (4) Testing, (5) Penulisan Laporan.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 1. Berikut adalah penjelasan untuk setiap langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. *Identifikasi Masalah :*

Pada tahapan ini, peneliti mengidentifikasi terhadap masalah penelitian yang akan diselesaikan. Hal ini melibatkan pemahaman mendalam tentang topik penelitian dan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Peneliti melakukan tinjauan pustaka dan eksplorasi terhadap masalah yang ada untuk menentukan kesenjangan pengetahuan atau permasalahan yang perlu dipecahkan.

2. *Pengumpulan Data :*

Tahap pengumpulan data melibatkan pengumpulan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau mengatasi masalah yang diidentifikasi. Data dapat dikumpulkan melalui berbagai sumber penelitian atau artikel terdahulu yang membahas topik terkait penelitian ini. Tujuan dari tahap ini adalah mengumpulkan data yang valid dan reliabel yang nantinya akan digunakan dalam analisis selanjutnya. Data yang di gunakan pada penelitian ini, berjumlah 30 data gejala sebagai *input* (himpunan *state*) dan 9 data hasil diagnosa sebagai himpunan *final state*. Data ini, di kumpulkan berdasarkan penelitian sebelumnya [6] dan di terapkan dengan metode diagnosa yang berbeda yaitu menggunakan konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA).

3. *Perancangan Konsep Finite state automata*

Tahap ini melibatkan perancangan konsep *Finite state automata* (FA) yang sesuai dengan masalah penelitian yang diteliti. Model FA di buat berdasarkan pemahaman terhadap sistem atau fenomena yang sedang diteliti menggunakan aplikasi *J-Flap 7.0*. Pada tahap ini, ditentukan keadaan awal (*start state*), keadaan akhir (*final state*), serta transisi antara keadaan-keadaan tersebut. Perancangan konsep FA dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik masalah yang dihadapi dan memastikan bahwa FA dapat merepresentasikan proses atau hubungan yang ingin diteliti secara akurat.

4. *Testing*

Tahap testing melibatkan pengujian FA yang telah dirancang dengan menggunakan aplikasi *J-Flap 7.0*. Pada tahap ini, FA yang telah dibuat di uji apakah dapat menghasilkan *output* yang sesuai dengan harapan dengan aplikasi J-Flap. Uji coba dilakukan dengan memberikan masukan atau *input* yang sesuai ke FA dan memperhatikan keluaran atau *output* yang dihasilkan oleh FA. Selama pengujian, FA akan di amati dan di verifikasi apakah desain FA yang dibuat dapat mengenali dan menginterpretasikan dengan benar gejala-gejala penyakit ISPA sesuai dengan desain yang telah dibuat. Apabila *Finite automata* (FA) menghasilkan *output* yang sesuai dengan yang diharapkan dan konsisten dengan apa yang ditampilkan di aplikasi J-Flap, maka FA dianggap berhasil dalam mendiagnosa penyakit ISPA berdasarkan gejala.

5. *Penulisan Laporan*

Tahap penulisan laporan melibatkan penyusunan hasil penelitian ke dalam bentuk laporan atau artikel ilmiah. Laporan tersebut harus mengikuti struktur penulisan yang umum, yang mencakup komponen seperti judul, abstrak, pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil penelitian, analisis data, pembahasan, kesimpulan, dan daftar referensi.

### **J-Flap**

J-Flap adalah sebuah aplikasi komputer yang digunakan untuk mempelajari dan menganalisis bahasa formal dan otomata dalam konteks ilmu komputer [12]. Aplikasi ini dikembangkan oleh Susan H. Rodger dan diperkenalkan pada tahun 2000. J-Flap dirancang untuk membantu dalam pemahaman dan eksplorasi konsep-konsep dalam teori otomata dan bahasa formal. J-Flap dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mempelajari dan menerapkan konsep-konsep yang terkait dengan otomata dan bahasa formal. Aplikasi ini menawarkan berbagai fitur dan fungsionalitas yang berguna dalam analisis otomata, termasuk simulasi, konstruksi otomata, transformasi otomata, konversi bahasa, dan banyak lagi.

Pada penelitian ini, J-Flap dapat digunakan untuk memodelkan dan menganalisis sistem otomata yang kompleks. J-Flap menyediakan berbagai fitur yang dapat membantu dalam menerapkan konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) dalam konteks diagnosa penyakit ISPA. Dengan menggunakan J-Flap, peneliti dapat merancang otomata yang merepresentasikan aturan dan pola-pola yang berkaitan dengan diagnosa penyakit ISPA. Aplikasi ini memungkinkan untuk membangun otomata N DFA, yang memperbolehkan beberapa transisi keluar dari satu keadaan lain dengan simbol yang sama. Konsep N DFA ini relevan dalam diagnosa penyakit ISPA karena satu gejala tertentu dapat memiliki hubungan dengan beberapa penyakit yang berbeda. J-Flap dapat digunakan memodelkan gejala-gejala yang terkait dengan ISPA sebagai *input* pada otomata N DFA yang dibangun. Kemudian, aplikasi ini dapat digunakan untuk menjalankan simulasi dan menganalisis jalur-jalur yang mungkin dilalui oleh otomata untuk mengidentifikasi penyakit ISPA yang mungkin terjadi berdasarkan gejala-gejala yang *diinputkan*. Selain itu, J-Flap juga dapat membantu dalam memvalidasi kebenaran otomata N DFA yang dibangun. Aplikasi ini dapat melakukan pengujian otomatis untuk memeriksa apakah otomata tersebut mampu mengenali gejala-gejala yang terkait dengan ISPA dan mengeluarkan hasil diagnosa yang tepat.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan analisis mendalam terhadap masalah penyakit dan gejala yang terjadi, dapat diidentifikasi gejala yang sering terjadi pada penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Pasien sering mengeluhkan berbagai gejala yang terkait dengan penyakit ini. Selanjutnya, diagnosa juga dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis ISPA yang dialami oleh pasien. Dengan demikian, berikut ini adalah daftar jenis diagnosa yang sering ditemukan pada kasus ISPA:

**Tabel 1** Himpunan *input* gejala [6]

<i>Input</i>	Nama Gejala
G1	Adanya peningkatan suhu tubuh (demam)
G2	Terdapat sensasi batuk
G3	Tersumbatnya saluran hidung
G4	Mengalami nyeri kepala
G5	Mengalami nyeri atau ketidaknyamanan pada tenggorokan
G6	Kesulitan dalam menelan makanan atau minuman
G7	Tubuh terasa lemah dan lesu
G8	Mengalami kesulitan dalam bernafas
G9	Sering bersin-bersin
G10	Pernapasan menjadi lebih cepat dari biasanya
G11	Terdengar suara napas yang kasar
G12	Hilangnya nafsu makan
G13	Terdapat perubahan suara menjadi serak
G14	Mengalami kegelisahan
G15	Sulit tidur
G16	Mengalami nyeri di area dada
G17	Kemampuan penciuman menurun
G18	Mengalami rasa nyeri atau tekanan pada wajah
G19	Timbulnya bau tidak sedap dari mulut
G20	Mengalami nyeri gigi
G21	Mengalami nyeri pada sendi atau otot
G22	Menggigil dan berkeringat
G23	Batuk dengan dahak yang berwarna hijau, kuning, atau mengandung darah
G24	Mengalami diare
G25	Merasa mual atau muntah
G26	Mengalami nyeri pada bahu dan punggung
G27	Hidung mengeluarkan air
G28	Nyeri pada telinga
G29	Mata mengeluarkan air
G30	Mengalami dehidrasi

**Tabel 2.** Himpunan *state output*[6]

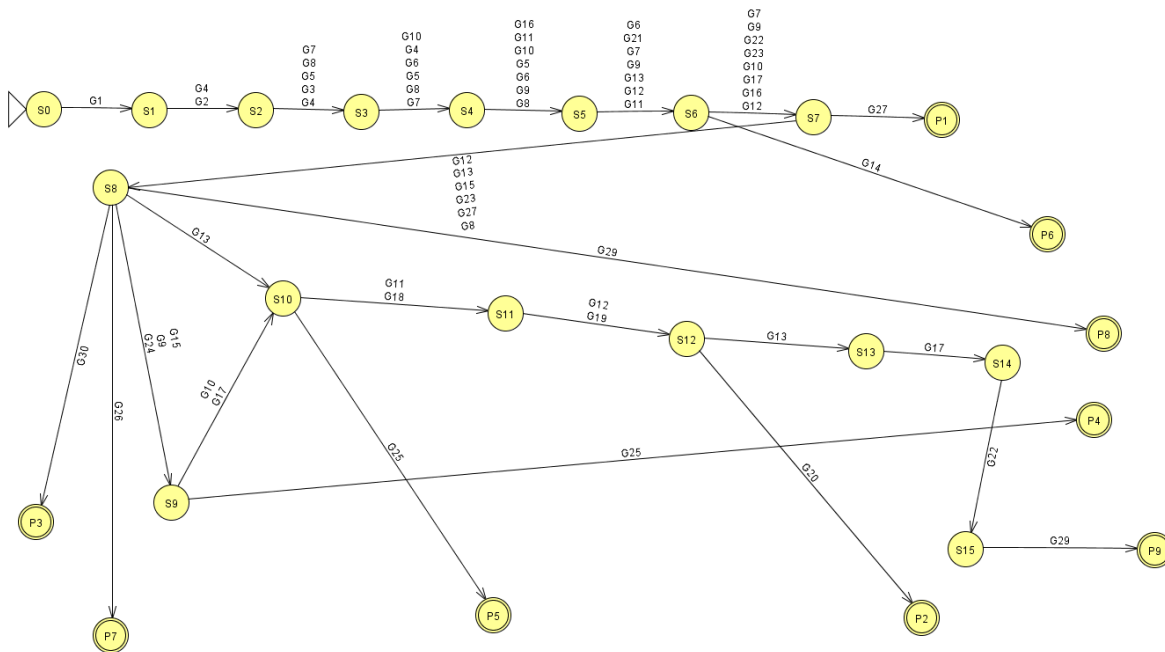
Kode	Nama Penyakit
P1	Radang Bronkial (Bronkitis)
P2	Radang Sinus (Sinusitis)
P3	Radang Bronkiolus (Bronkiolitis)
P4	Radang Paru-paru (Pneumonia)
P5	Radang Faring (Faringitis)
P6	Radang Epiglotis (Epiglotitis)
P7	Radang Pleura (Pleuritis)
P8	Flu Biasa (Common Cold)

P9	ILI (Penyakit yang Mirip Influenza, Influenza Like Illness)
----	---

Tabel 2 menggambarkan himpunan *state output* yang merupakan diagnosa penyakit ISPA beserta dengan kode dan nama penyakit yang terkait. Tabel ini berfungsi sebagai referensi yang penting dalam proses identifikasi dan penentuan jenis penyakit yang diderita oleh pasien dalam pembuatan NDFA.

Dalam tabel tersebut, setiap penyakit ISPA memiliki kode yang unik untuk mempermudah identifikasi dan pencatatan. Kode tersebut memberikan petunjuk awal mengenai jenis penyakit yang sedang dihadapi oleh pasien. Selanjutnya, nama penyakit yang terkait dengan masing-masing kode memberikan deskripsi lebih rinci tentang jenis dan karakteristik penyakit tersebut berdasarkan keterangan gejala di Tabel 1.

Sehingga di peroleh rancangan *Non-deterministic finite automata* sebagai Berikut :



**Gambar 2** Rancangan Diagram *Non-deterministic finite automata* diagnosa gejala penyakit ISPA

Rancangan formal FSA pada Gambar 2 dapat dijelaskan menggunakan lima tuple sebagai berikut:  $M = (Q, \Sigma, \delta, S, F)$ . Dalam konteks ini,  $Q$  adalah himpunan *state*,  $\Sigma$  (sigma) adalah himpunan simbol masukan atau *input*,  $\delta$  (delta) adalah fungsi transisi yang digunakan dalam proses diagnosa penyakit,  $S$  adalah *state* awal atau *start state*, dan  $F$  adalah himpunan *state* akhir atau *final state* [6]. Dengan merujuk pada diagram *Non-deterministic finite automata* pada gambar 2, kelima *tuple* ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$Q = \{S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15, P1, P2, P3, P4, P5\}$$

$$\Sigma = \{G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13, G14, G15, G16, G17, G18, G19, G20, G21, G22, G23, G24, G25, G26, G27, G28, G29, G30\}$$

$$S = \{S0\}$$

$$F = \{ P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 \}$$

$$\delta = \text{Fungsi transisi}$$

**Tabel 3.** Fungsi transisi

STATE	INPUT																														
	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25	G26	G27	G28	G29	G30
S0	0	{S1}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S1	0	0	{S2}	0	S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S2	0	0	0	{S3}	{S3}	{S3}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S3	0	0	0	0	{S4}	{S4}	{S4}	{S4}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S4	0	0	0	0	0	{S5}	{S5}	{S5}	{S5}	{S5}	0	0	0	0	0	0	{S5}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S5	0	0	0	0	0	0	{S6}	{S6}	{S6}	{S6}	{S6}	{S6}	{S6}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S6	0	0	0	0	0	0	0	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	{S7}	0	0	0	0	{S7}	{S7}	0	0	0	0	0	0
S7	0	0	0	0	0	0	0	0	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	{S8}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	{S9}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	{S10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S11}	{S11}	{S11}	{S11}	{S11}	{S11}	{S11}	{S11}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S12}	{S12}	{S12}	{S12}	{S12}	{S12}	{S12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S13}	{S13}	{S13}	{S13}	{S13}	{S13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	{S14}	{S14}	{S14}	{S14}	{S14}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
*P9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Setelah melakukan perancangan model *Non-deterministic finite automata* (NFA), selanjutnya model tersebut di uji dengan memberikan *input* dan di validasi apakah hasil dari *outputnya* sesuai dengan aturan relasi dari penelitian sebelumnya.

Aturan relasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kumpulan aturan yang menghubungkan kombinasi tertentu dari *state* gejala (*input*) pada **Tabel 1** dengan hasil akhir berupa diagnosa (*output*), yang dinyatakan dalam *state output (final state)* pada **Tabel 2** Sehingga aturan relasi ini membentuk pola-pola yang menghubungkan gejala-gejala tertentu dengan kemungkinan diagnosa penyakit ISPA. Proses pembentukan aturan relasi ini, di dasarnya pada penelitian sebelumnya[6] dan di tuliskan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4.** Aturan relasi[6]

Aturan Relasi	Output (Final state)
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G3 DAN G7 DAN G8 DAN G11 DAN G23 DAN G27	P1
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G3 DAN G4 DAN G8 DAN G9 DAN G10 DAN G13 DAN G15 DAN G17 DAN G18 DAN G19 DAN G20	P2
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G7 DAN G8 DAN G10 DAN G11 DAN G12 DAN G15 DAN G30	P3
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G4 DAN G8 DAN G10 DAN G12 DAN G16 DAN G23 DAN G24 DAN G25	P4
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G4 DAN G5 DAN G6 DAN G7 DAN G9 DAN G12 DAN G13 DAN G25	P5
Jika terjadi gejala G1 DAN G4 DAN G5 DAN G6 DAN G11 DAN G13 DAN G14	P6
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G8 DAN G10 DAN G16 DAN G21 DAN G22 DAN G23 DAN G26	P7
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G3 DAN G4 DAN G9 DAN G13 DAN G17 DAN G27 DAN G29	P8
Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G3 DAN G4 DAN G5 DAN G6 DAN G7 DAN G8 DAN G9 DAN G10 DAN G11 DAN G12 DAN G13 DAN G17 DAN G22 DAN G29	P9

Pada **Tabel 4**, setiap baris aturan relasi memiliki format umum sebagai berikut:

*Jika terjadi gejala ... DAN ... DAN ... DAN ..., maka diagnosa adalah ...*

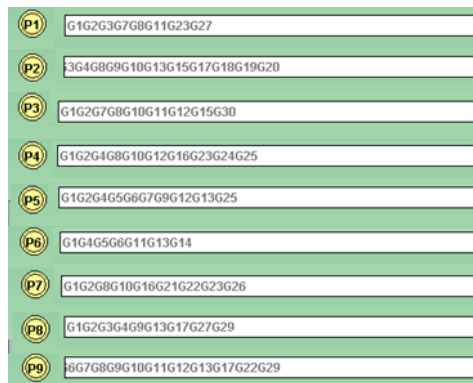
Berdasarkan format umum tersebut, maka bisa di ambil contoh satu baris aturan relasi dari **Tabel 4**:

Jika terjadi gejala G1 DAN G2 DAN G3 DAN G7 DAN G8 DAN G11 DAN G23 DAN G27, maka diagnosa adalah P1 (Radang Bronkial / Bronkitis).

Selanjutnya akan di lakukan pengecekan apakah ketika memberikan *input* sesuai dengan aturan relasi di Tabel 4 akan di terima atau di tolak oleh model NFA pada Gambar 2.

Input	Result
G1G2G3G7G8G11G23G27	Accept
G1G2G3G4G8G9G10G13G15G17G18G19G20	Accept
G1G2G7G8G10G11G12G15G30	Accept
G1G2G4G8G10G12G16G23G24G25	Accept
G1G2G4G5G6G7G9G12G13G25	Accept
G1G4G5G6G11G13G14	Accept
G1G2G8G10G16G21G22G23G26	Accept
G1G2G3G4G9G13G17G27G29	Accept
G1G2G3G4G5G6G7G8G9G10G11G12G13G17G22G29	Accept

**Gambar 3.** pengecekan status *input* berdasarkan aturan relasi



**Gambar 4.** Hasil uji coba input berdasarkan aturan relasi

Hasil pengujian pada gambar 3 menunjukkan bahwa aturan relasi yang berupa *input* (String) dapat diterima oleh model NFA pada gambar 2. Pengujian ini membuktikan bahwa model NFA dapat mengenali pola yang ada dalam gejala penyakit ISPA dan memberikan diagnosa yang sesuai dengan data masukan.

Selanjutnya, melalui analisis pada gambar 4, dapat dilihat bahwa status *final state* berada pada posisi yang tepat sesuai dengan aturan relasi yang tercantum dalam tabel 4. Hal ini menunjukkan bahwa model NFA berhasil mengenali dan memahami pola gejala penyakit ISPA yang ada pada data masukan.

Berdasarkan penelitian yang telah di lakukan, terdapat Nilai kebaruan (novelty) yang terletak pada penerapan konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) dalam proses diagnosa penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) yang meliputi data gejala dan hasil diagnosa penyakit ISPA lebih variatif daripada penelitian sebelumnya[10], Penyakit ISPA bisa di diagnosa menggunakan metode lainnya yaitu menggunakan konsep *Non-deterministic finite automata* (NFA) selain menggunakan metode *forward chaining* pada penelitian sebelumnya [6], Selain itu digunakan juga aplikasi J-Flap untuk menguji hasil *input* berupa gejala apa Sesuai dengan *output* yaitu hasil diagnosa (*final state*) dengan menggunakan aplikasi J-Flap, pengguna lebih mudah untuk mengetahui hasil diagnosa yang tepat yaitu mengarah ke *final state* yang benar (*accept*) atau tidak mengarah ke *final state* manapun (*rejected*) [13].



#### 4. Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan *Non-deterministic Finite Automata* (NFA) dalam proses diagnosa penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dengan menggunakan aplikasi J-Flap menghasilkan tingkat akurasi yang sangat tinggi yang dilakukan dengan cara memberikan *input* di aplikasi J-Flap dan melihat proses berjalannya dari setiap *input* melalui beberapa *state* hingga ke *final state* berdasarkan data pada penelitian sebelumnya [6]. Dalam penelitian ini, NFA berhasil digunakan untuk memprediksi jenis penyakit ISPA yang dialami oleh pasien dengan tingkat keberhasilan yang sangat baik, sesuai dengan aturan-aturan yang ada serta telah ditetapkan dalam penelitian sebelumnya [6].

Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan hasil diagnosa yang lebih baik dalam hal memperoleh *output* atau *state* akhir yang mewakili diagnosa penyakit ISPA. Dalam penelitian sebelumnya [10], hasil diagnosa penyakit ISPA kurang efektif dikarenakan keterbatasan jumlah data dalam diagnosa penyakit ISPA. Namun, dengan menggunakan NFA, penelitian ini mampu memberikan opsi diagnosa yang lebih beragam dan lebih baik sebagai *output* akhir dari proses diagnosis ISPA.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut dalam bidang diagnosa penyakit. Penggunaan NFA dalam diagnosis ISPA melalui J-Flap telah terbukti efektif, namun penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk meningkatkan keakuratan dan efisiensi sistem diagnosa ini. Dengan terus mengembangkan dan memperbaiki teknologi ini, diharapkan penanganan ISPA dapat menjadi lebih efektif dan membantu mengurangi dampak negatif penyakit tersebut pada kesehatan masyarakat.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Asrun, B., & Irmayani, I. (2021). Klasifikasi Stadium Kanker Serviks Menggunakan Non-Deterministic *Finite state automata*. *Dewantara Journal of Technology*, 2(2), 75-78.
- [2] Asrun, B., & Irmayani, I. (2022). Penerapan Konsep *Non-deterministic finite automata* dalam Diagnosa Penyakit Jantung. *Dewantara Journal of Technology*, 3(1), 122-125.
- [3] Kaunang, F. J. (2019). Penerapan Konsep *Finite state automata* (FSA) pada Mesin Pembuat Ice Cream Otomatis. *TeIka*, 9(2), 129-137.
- [4] Mahmud, M., Gata, W., Putra, J. L., Novitasari, H. B., & Saputra, S. A. (2022). Desain Informasi Cara Bayar Penerimaan Negara menggunakan Pemodelan *Finite state automata*. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(1), 21-30.
- [5] Pribadi, T. Y., Handayani, K., Giovani, A. P., & Gata, W. (2021). Diagnosis of Heart Disease Using Automata Finite *State* Algorithm. *Techno Nusa Mandiri*, 18(1), 17-24.
- [6] Ramadhani, T. F., Fitri, I., & Handayani, E. T. E. (2020). Sistem pakar diagnosa penyakit ISPA berbasis web dengan metode *forward chaining*. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(2), 81-90. [1] M. Patrick, "The origins of today's industrial robots, and where they're headed next," *Electronics World*, vol. 124, no. 1987, pp. 19–19, Oct. 2018.
- [7] Rumahey, A. M., Irawan, J. D., & Wahid, A. (2020). Pembuatan Game 2D "Escape Plan" Dengan Metode Finite *State* Machine. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 4(2), 65-72.
- [8] Suprpto, D. D. A., & Fauziah, F. (2020). Implementasi *Finite state automata* pada Mesin Abstrak DFA dan NFA Berbasis Android. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)*, 5(1), 28-36.
- [9] Simanjuntak, J., Santoso, E., & Marji, M. (2021). Klasifikasi Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dengan menerapkan Metode Fuzzy K-Nearest Neighbor. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(11), 5023-5029.
- [10] Wibhiyanto, R. (2016). Diagnosa Penyakit ISPA pada Bayi dan Anak Menggunakan *Finite state automata* (Doctoral dissertation, Program Studi Teknik Informatika FTI-UKSW).

- [11] Yanto, Y., Ismunandar, D., Erni, E., Setiawan, S., & Ihsan, M. I. R. (2021). Desain Game Edukasi Ilmu Tajwid Bagi Anak Usia Dini menggunakan Pemodelan *Finite state automata*. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(1), 80-88.
- [12] Devi, B. P., Aruna, S. K., & Sindhanaiselvan, K. (2021). Performance analysis of deterministic *finite automata* and Turing machine using JFLAP tool. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 30(06), 2150105.
- [13] Ridwan, W. G., Novitasari, H. B., Kurniawati, L., Rahayu, S., raya No, J. K., & Pusat, S. J. PENERAPAN *FINITE STATE AUTOMATA* PADA DESAIN VENDING MACHINE MASKER DAN HAND SANITIZER.