



Universitas  
Indonesia

# Presentasi Sidang Skripsi

*Penalaran Logika Berbasis Framework Translation-Decomposition-Search-Resolve pada Open-Weight Small Language Model dengan Dataset Berbahasa Indonesia*

*Dipresentasikan oleh :*

**MIKHAEL DEO BARLI**

NPM 1906350572

Jurusan Ilmu Komputer



# ***GARIS BESAR***

**Latar Belakang**

---

01

**Rumusan masalah**

---

02

**Translation to FOL**

---

03

**Decomposition to CNF**

---

04

**Search and Resolve**

---

05

**Desain Eksperimen**

---

06

**Framework Aristotle**

---

07

**Hasil dan Analisis**

---

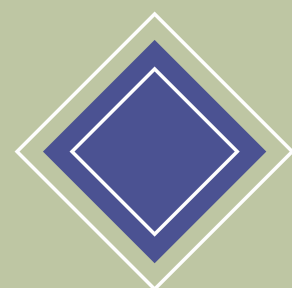
08

**Penutup**

---

09

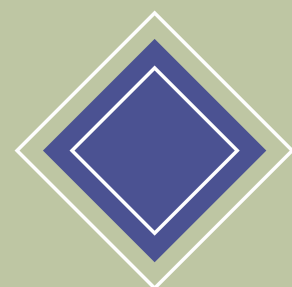
10



# LATAR BELAKANG

1. Perkembangan *Large Language Model* (LLM) telah mendorong kemajuan signifikan pada berbagai tugas pemrosesan bahasa natural seperti penerjemahan, ringkasan, dan tanya-jawab. Namun, kemampuan LLM untuk melakukan penalaran logis masih menghadapi kendala fundamental.
2. Adanya *shift* dari penggunaan LLM ke SLM karena keterbatasan sumber daya, khususnya pada negara berkembang seperti negara Indonesia, sehingga penggunaan SLM sangat diperlukan agar dapat menjalankan model secara lokal yang menjamin kedaulatan data dan privasi, serta menguntungkan secara ekonomi karena dapat mengurangi penggunaan energi yang signifikan jika SLM dibandingkan dengan LLM

Dari 2 poin tersebut, muncullah ide apakah SLM dapat melakukan penalaran logis pada dataset berbahasa Indonesia dengan *framework translation-decompose-search-resolve* pada penelitian ini



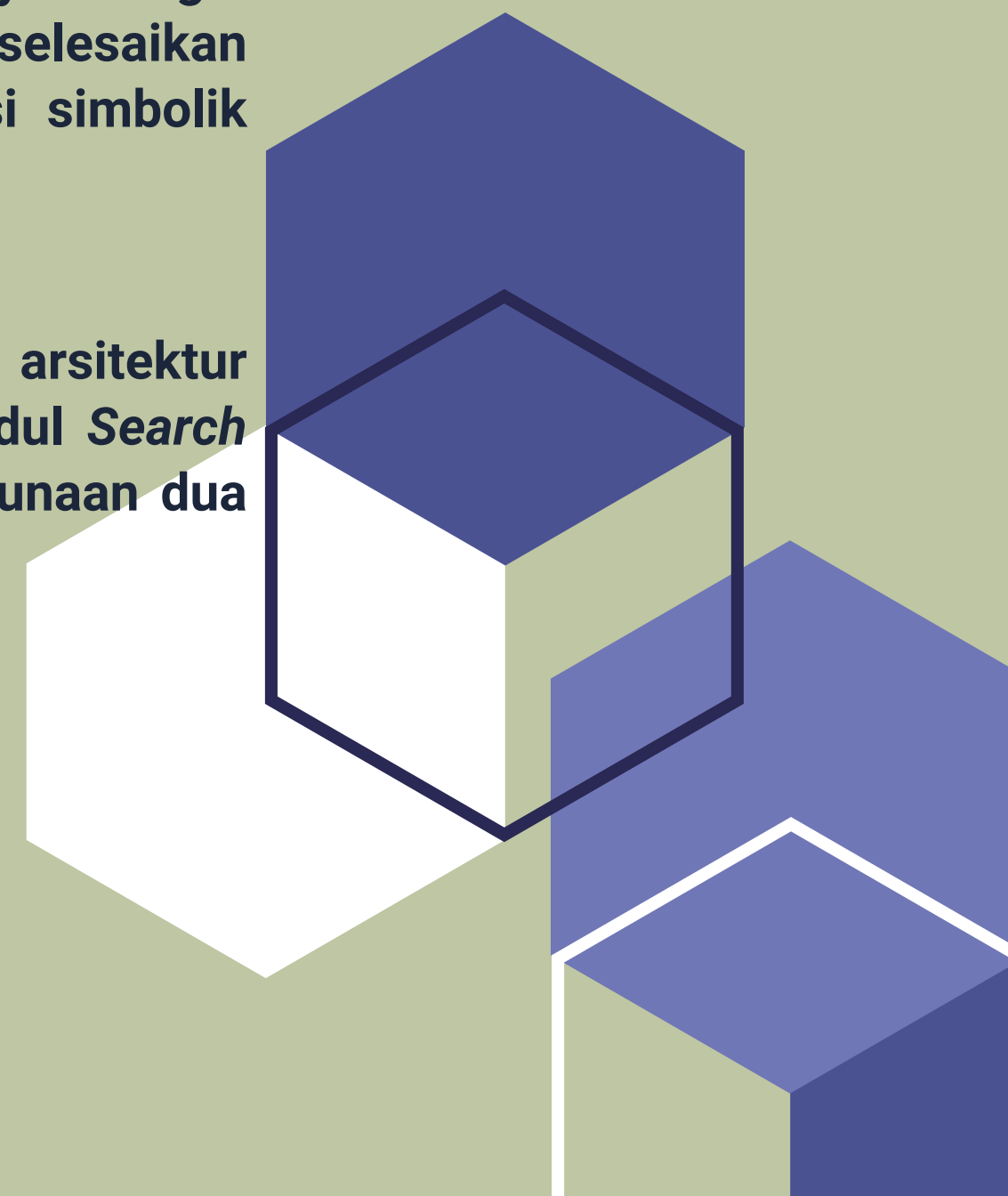
# ***EVOLUSI METODE PENALARAN LOGIS***

1. ***Naive Prompting (Implicit Reasoning)***: Pendekatan paling dasar di mana model diminta langsung menjawab kesimpulan dari premis yang diberikan (misalnya, Zero-shot). Kelemahannya adalah "Curse of Complexity", di mana akurasi model menurun secara eksponensial seiring bertambahnya langkah logika karena model tidak memiliki memori kerja eksternal untuk menyimpan status inferensi perantara
2. ***Chain-of-Thought (CoT)***: CoT mendorong model untuk menghasilkan serangkaian langkah penalaran perantara sebelum memberikan jawaban akhir. Metode ini terbukti meningkatkan performa pada tugas aritmatika dan simbolik secara signifikan dengan mengubah pemetaan Input-Output menjadi Input-Reason1-Reason2-Output. Namun, CoT rentan terhadap propagasi kesalahan, jika satu langkah penalaran salah (halusinasi), seluruh kesimpulan akan salah karena tidak ada mekanisme verifikasi eksternal
3. ***Tree-of-Thoughts (ToT)***: dikembangkan dari konsep CoT menjadi struktur pohon, memungkinkan model untuk mengeksplorasi berbagai jalur penalaran, melakukan *lookahead*, dan *backtracking* saat menemui jalan buntu. Meskipun lebih kuat, ToT sangat mahal secara komputasi dan masih bergantung pada intuisi probabilistik model itu sendiri untuk mengevaluasi validitas setiap cabang pemikiran.



# ***EVOLUSI METODE PENALARAN LOGIS***

4. *Neuro-Symbolic Approaches (Logic-LM & SymbCoT)*: Untuk mencapai ketepatan logika yang strict, pendekatan *Neuro-Symbolic* mulai diadopsi. *Logic-LM* menggunakan LLM hanya sebagai penerjemah masalah ke dalam kode simbolik (seperti Prolog) , yang kemudian diselesaikan oleh solver deterministik. *SymbCoT* akan mencoba mengintegrasikan verifikasi simbolik langsung ke dalam rantai pemikiran LLM.
5. *Aristotle Framework*: Menyempurnakan pendekatan *Neuro-Symbolic* dengan arsitektur *Translation-Decompose-Search-Resolve*. Keunggulan utamanya adalah adanya modul *Search Router* yang memangkas ruang pencarian premis yang tidak relevan, serta penggunaan dua jalur pembuktian untuk meminimalkan halusinasi.





# RUMUSAN MASALAH

01

## **Masalah Pertama**

Bagaimana penalaran logis pada dataset berbahasa Indonesia dilakukan dengan menggunakan *framework translation-decompose-search-resolve*?

02

## **Masalah Kedua**

Bagaimana perbandingan performa *framework translation-decompose-search-resolve* untuk penalaran logis berbahasa Indonesia antar *open-weight LLM* berparameter rendah atau SLM?

03

## **Masalah Ketiga**

Bagaimana perbandingan performa *framework translation-decompose-search-resolve* dibandingkan naive prompting untuk penalaran logis berbahasa Indonesia pada *open-weight LLM* berparameter rendah atau SLM?





# TUJUAN PENELITIAN

01

## **Masalah Pertama**

mengimplementasikan penalaran logis pada dataset berbahasa Indonesia dilakukan dengan menggunakan *framework translation-decompose-search-resolve*?

02

## **Masalah Kedua**

Mengevaluasi perbandingan performa *framework translation-decompose-search-resolve* untuk penalaran logis berbahasa Indonesia antar *open-weight LLM* berparameter rendah atau SLM?

03

## **Masalah Ketiga**

Mengevaluasi perbandingan performa *framework translation-decompose-search-resolve* dibandingkan naive prompting untuk penalaran logis berbahasa Indonesia pada *open-weight LLM* berparameter rendah atau SLM?



# TRANSLATION TO FOL

01

## SIMBOL LOGIS

*Konektif* :  $\neg$  (*Negasi*),  $\wedge$  (*Konjungsi*),  $\vee$  (*Disjungsi*),  $\rightarrow$  (*Implikasi*),  $\leftrightarrow$  (*Bikondisional*).

*Kuantor* :  $\forall$  (*Universal*),  $\exists$  (*Eksistensial*).

*Variabel* :  $x, y, z, \dots$

02

## SIMBOL NON-LOGIS

*Konstanta*: Simbol yang merepresentasikan objek spesifik (misalnya, "Alice", "42").

*Fungsi* ( $f(x_1, \dots, x_n)$ ): Memetakan objek ke objek lain. Contoh: AyahDari(Budi).

*Predikat* ( $P(x_1, \dots, x_n)$ ): Fungsi yang memetakan tuple objek ke nilai kebenaran (True/False). Contoh: Ayah(Budi, True).





# ***KONSEKUENSI LOGIS (ENTAILMENT)***

Tujuan utama sistem berbasis pengetahuan adalah menarik kesimpulan baru dari informasi yang sudah diketahui. Dalam sistem logika, kumpulan fakta dan aturan yang kita yakini kebenarannya disebut sebagai Knowledge Base (KB). Menurut Huth and Ryan (2004)  $KB \models \alpha$  jika dan hanya jika untuk setiap interpretasi  $I$  di mana semua kalimat dalam KB bernilai Benar, maka  $\alpha$  juga pasti bernilai Benar. Artinya, tidak mungkin ada situasi di mana premis-premis kita benar tetapi kesimpulannya salah. Namun, memeriksa "setiap interpretasi" secara komputasi adalah mustahil karena jumlahnya bisa tak terbatas. Oleh karena itu, kita menggunakan algoritma inferensi sintaksis (seperti Resolusi) untuk membuktikan validitas tersebut secara otomatis.



# ***RESOLUSI***

Resolusi bekerja dengan prinsip Proof by Contradiction. Untuk membuktikan bahwa  $KB \models \alpha$ , kita dapat menunjukkan bahwa himpunan  $KB \cup \{\neg\alpha\}$  adalah Unsatisfiable (tidak ada interpretasi yang memenuhi), maka terbukti secara logis bahwa  $\alpha$  haruslah benar.

Tanda terjadinya kontradiksi adalah ketika algoritma berhasil menurunkan Klausula Kosong( $\square$  atau False) (Brachman and Levesque (2004)).

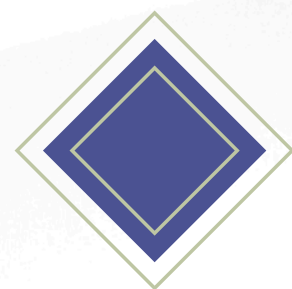




# DECOMPOSITION TO CNF

Agar aturan resolusi dapat diterapkan, formula logika harus diubah ke bentuk standar yang disebut **Conjunctive Normal Form (CNF)**. Menurut Fitting (1996) merinci langkah-langkah algoritma konversi ini sebagai berikut:

1. **Eliminasi Implikasi:** Ubah  $A \rightarrow B$  menjadi  $\neg A \vee B$ .
2. **Geser Negasi ke Dalam:** Gunakan hukum De Morgan dan aturan  $\neg \forall x(P) \equiv \exists x(\neg P)$ .
3. **Standardisasi Variabel:** Ubah nama variabel agar unik untuk setiap kuantor (misal:  $\forall x(P(x)) \vee \forall x(Q(x))$  menjadi  $\forall x(P(x)) \vee \forall y(Q(y))$ ).
4. **Prenex Normal Form:** Pindahkan semua kuantor ke depan formula.
5. **Skolemisasi:** Menghilangkan kuantor eksistensial ( $\exists$ ). Variabel  $y$  yang terikat oleh  $\exists$  diganti dengan Fungsi Skolem ( $f(x)$ ) yang bergantung pada variabel universal sebelumnya. Contoh:  $\forall x \exists y(\text{Parent}(x, y))$  menjadi  $\forall x(\text{Parent}(x, f(x)))$ .
6. **Distribusi & CNF:** Gunakan aturan distributif untuk mendapatkan bentuk konjungsi dari klausa (AND of ORs).

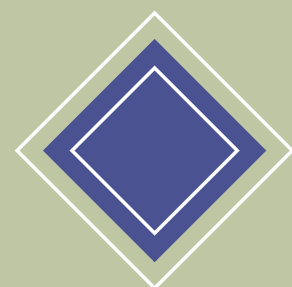


***SEARCH  
RESOLVE***

***AND***



**Universitas  
Indonesia**

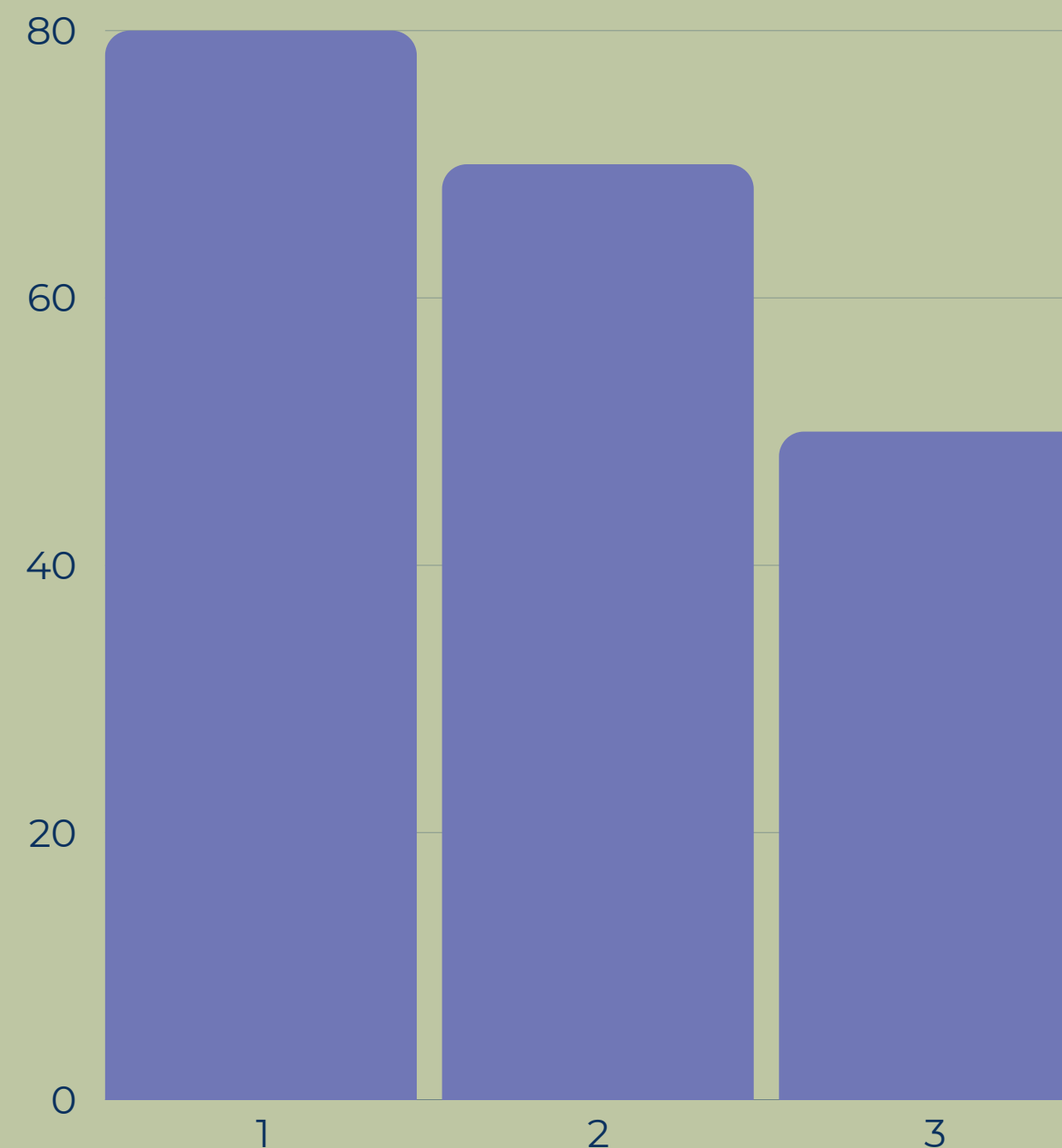


# DESAIN EKSPERIMEN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum



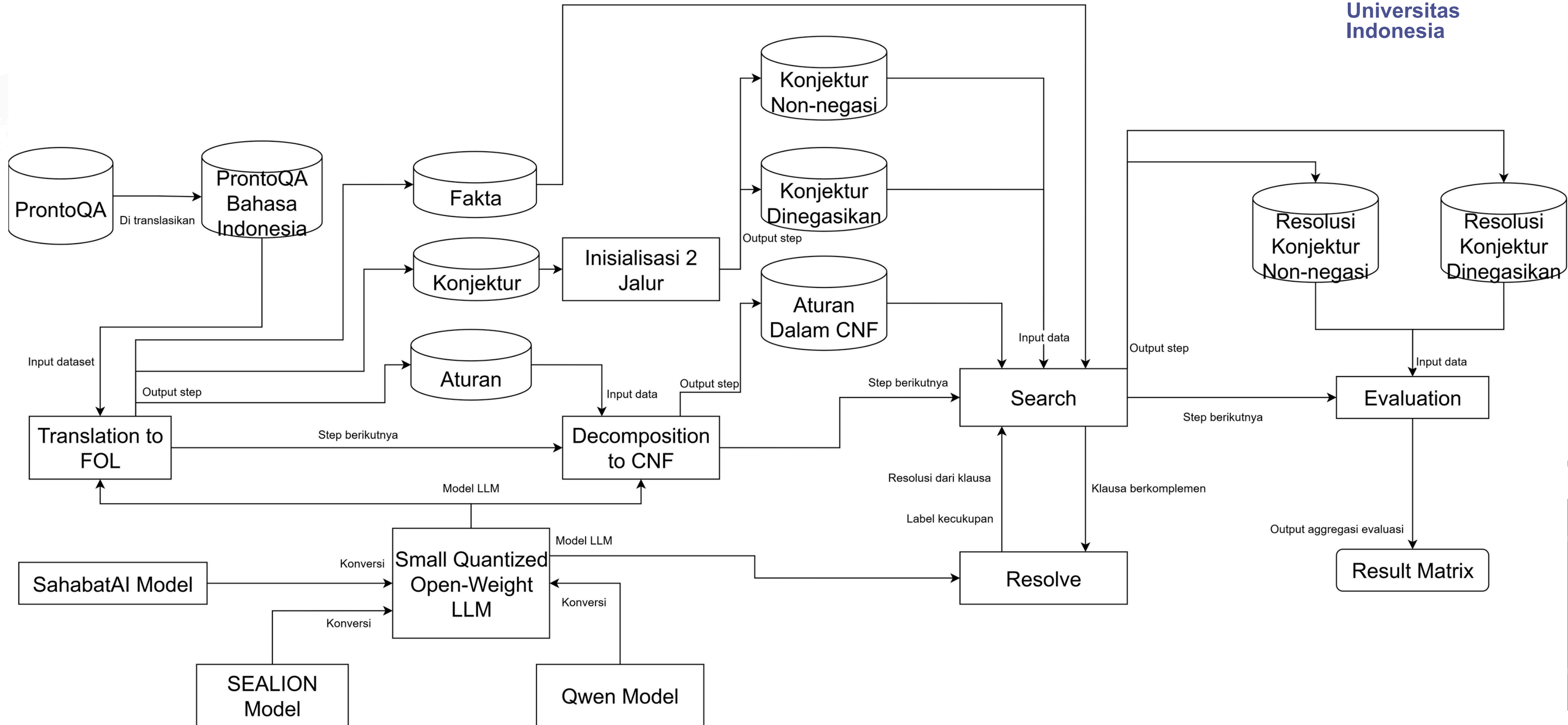
*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.*





# FRAMEWORK ARISTOTLE

Universitas  
Indonesia





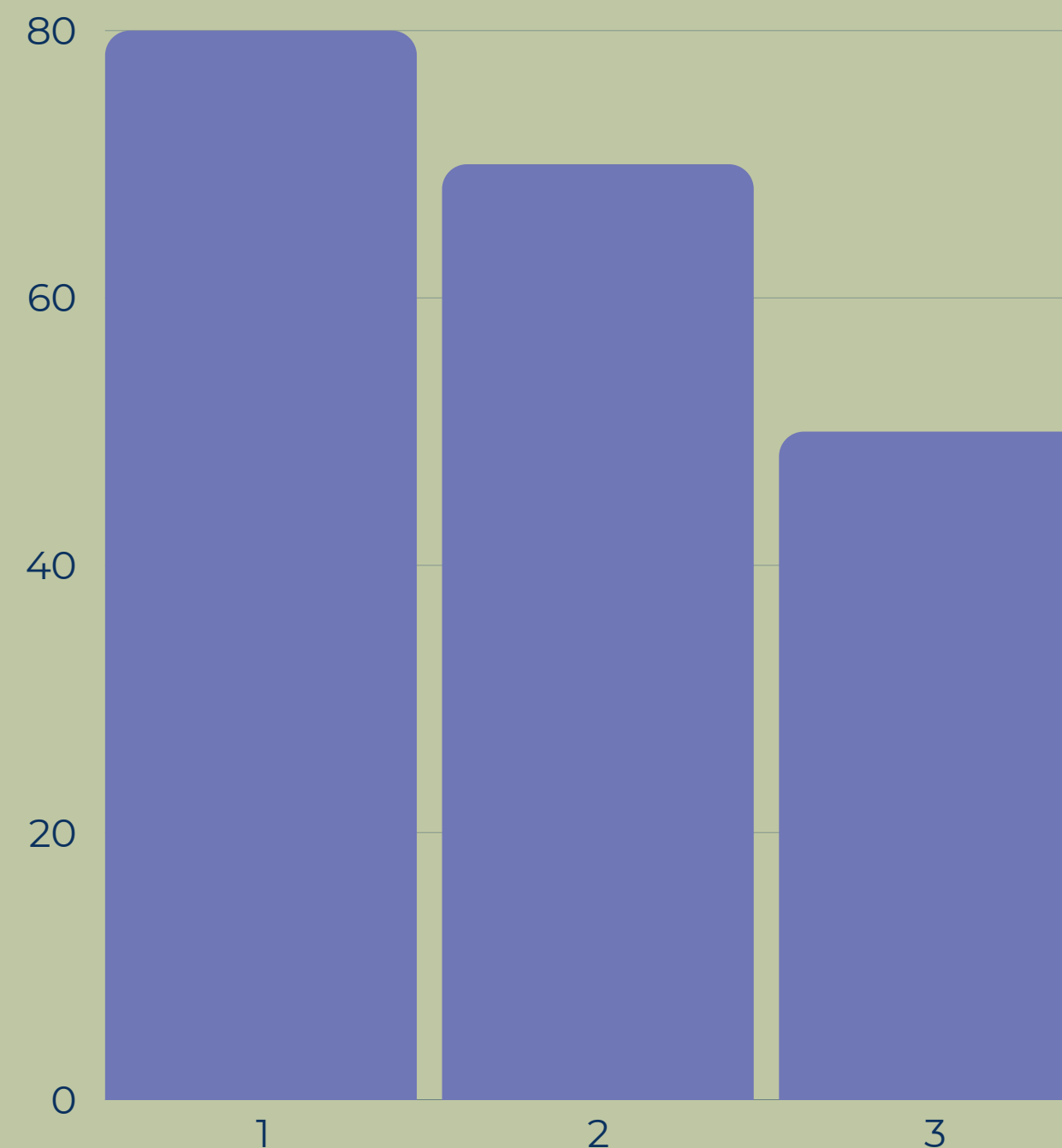


# HASIL EKSPERIMEN

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum



*Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.*





Sekian &  
**Terima Kasih**