



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



Universitas
Indonesia

Latar Belakang

Rumusan masalah

Translation to FOL

Decomposition to CNF

Search and Resolve

01

02

03

04

05

Desain Eksperimen

Framework Aristotle

Hasil dan Analisis

Penutup

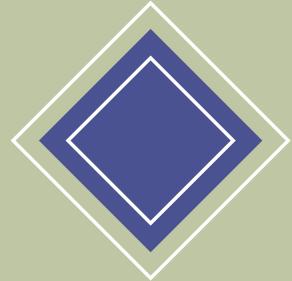
06

07

08

09

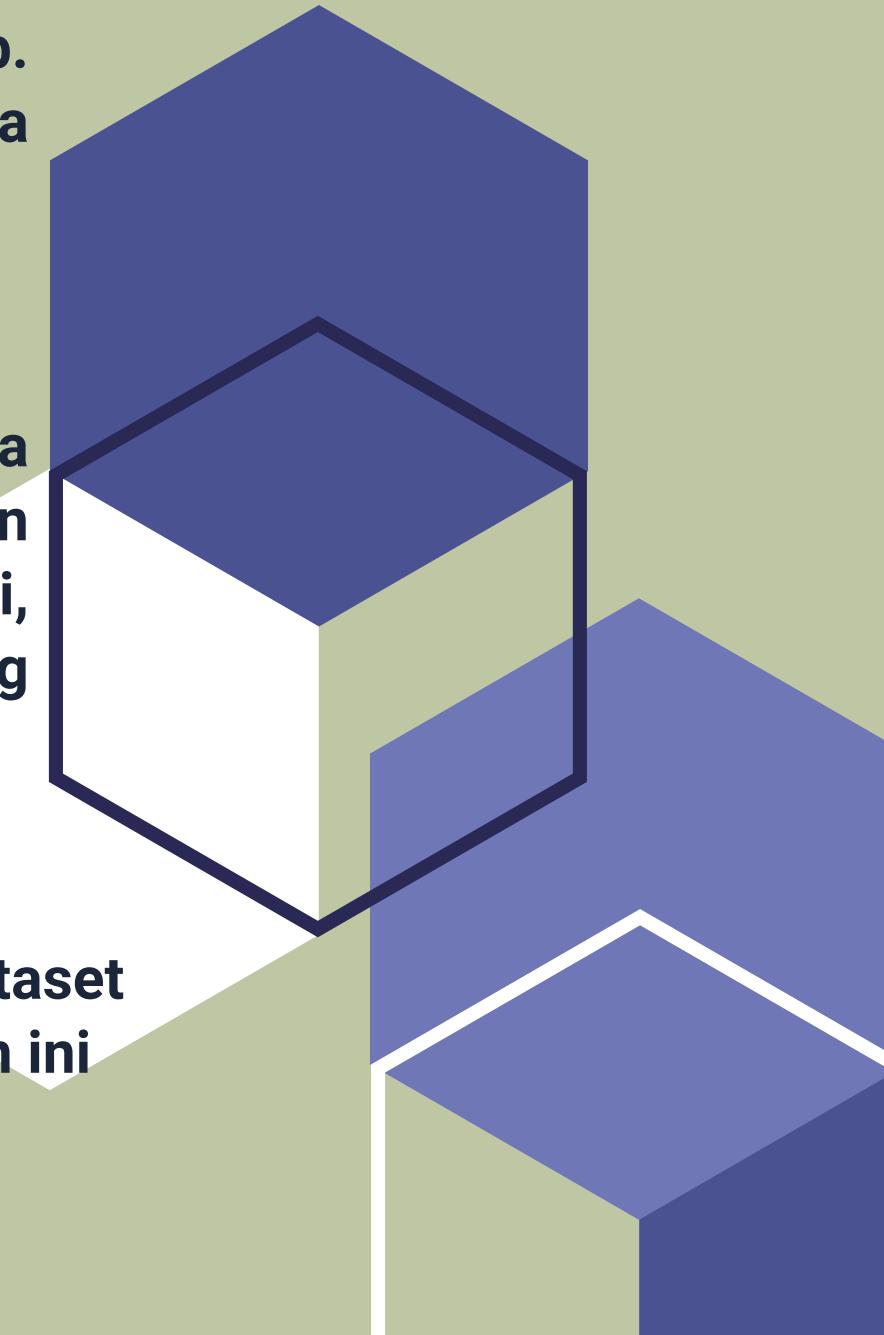
10

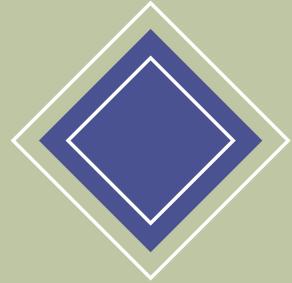


LATAR BELAKANG

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



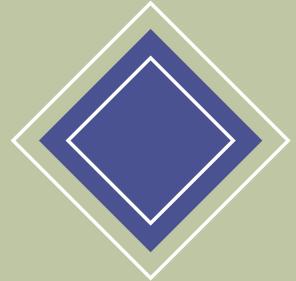


EVOLUSI PENALARAN LOGIS

METODE

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.

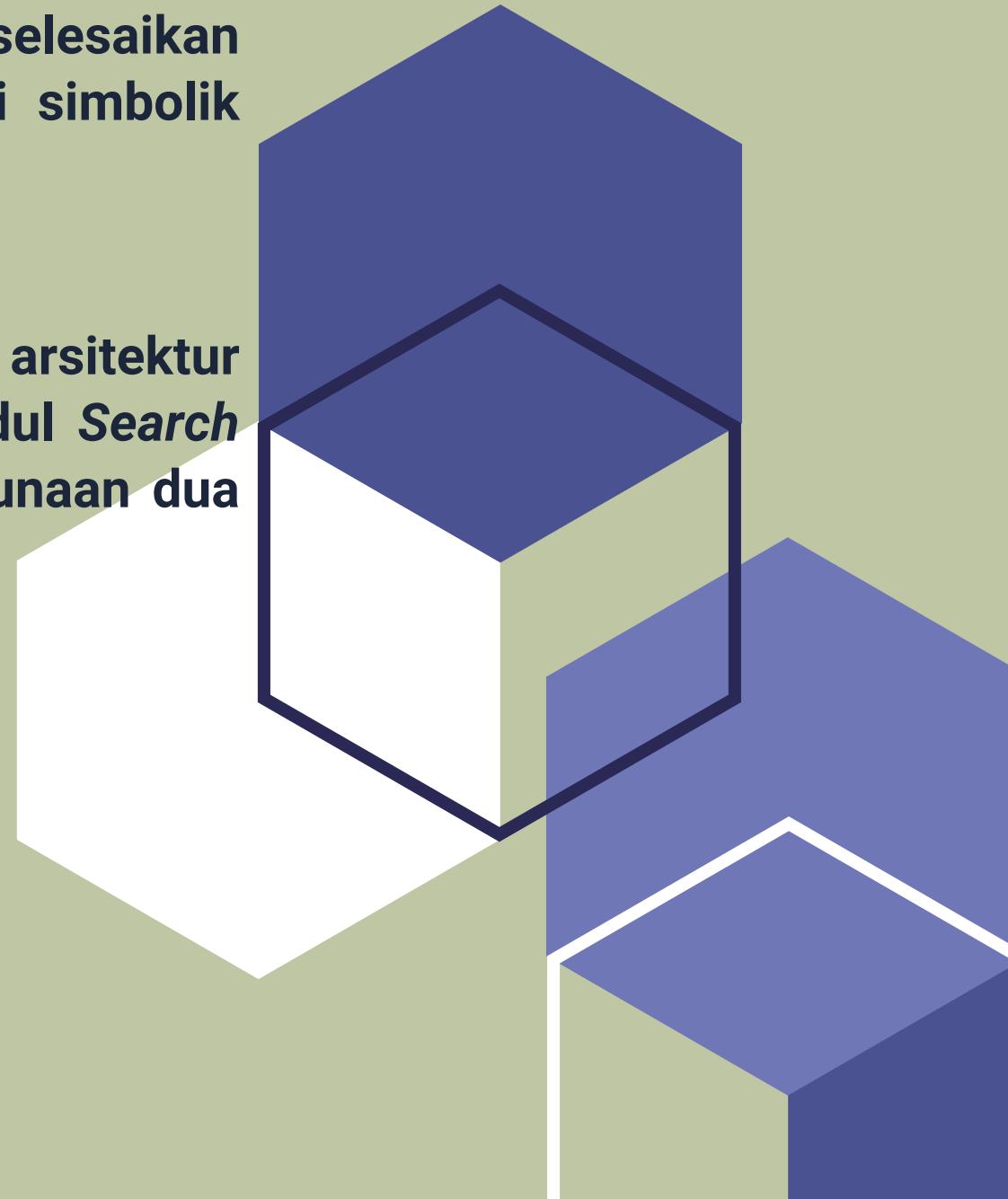




EVOLUSI METODE PENALARAN LOGIS

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

Masalah Pertama

01

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

Masalah Kedua

02

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

Masalah Ketiga

03

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

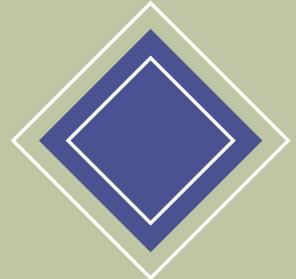
Konstanta: Simbol yang merepresentasikan objek spesifik (misalnya, "Alice", "42").

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*)

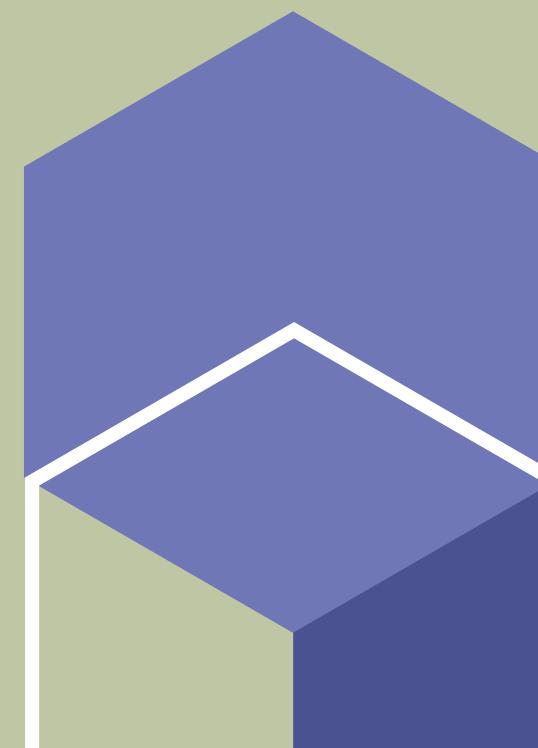
Tujuan utama sistem berbasis pengetahuan adalah menarik kesimpulan baru dari informasi yang sudah diketahui. Dalam sistem logika, kumpulan fakta dan aturan yang kita yakini kebenarannya disebut sebagai Knowledge Base (KB). Menurut Huth and Ryan (2004) $KB \models a$ jika dan hanya jika untuk setiap interpretasi I di mana semua kalimat dalam KB bernilai Benar, maka a 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.

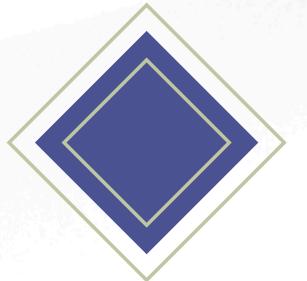


RESOLUSI

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

Tanda terjadinya kontradiksi adalah ketika algoritma berhasil menurunkan Klausu Kosong(\Box atau False) (Brachman and Levesque (2004)).

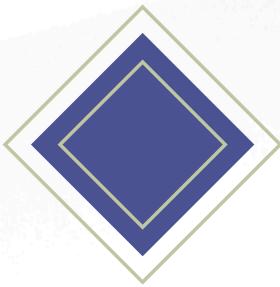




DECOMPOSITION TO CNF

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).

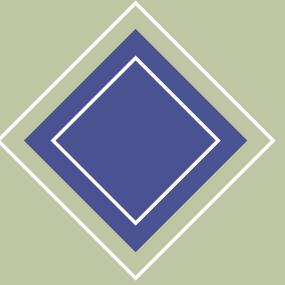


SEARCH RESOLVE

AND



**Universitas
Indonesia**

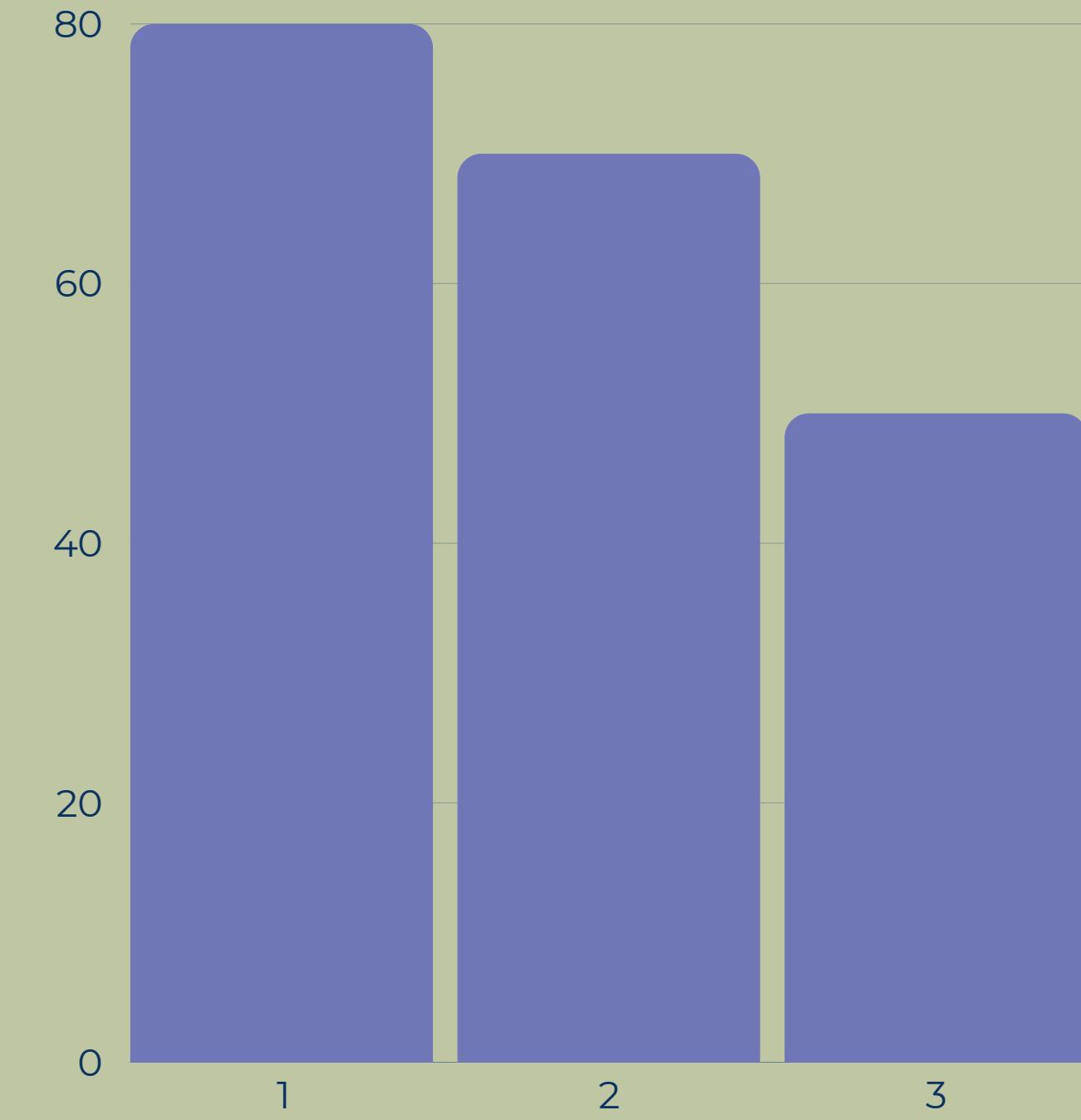


DESAIN EKSPERIMENT

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

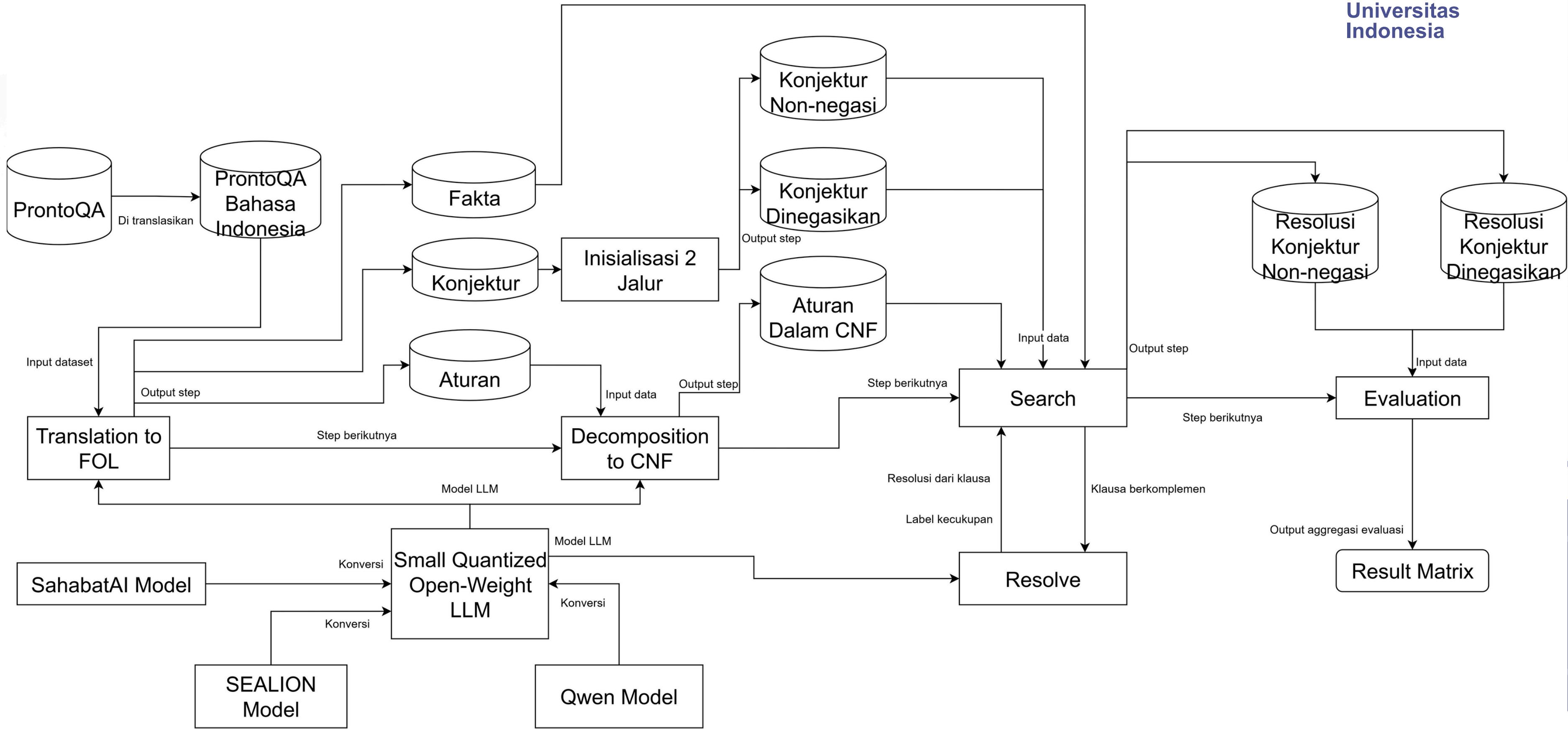


***Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur
adipiscing elit, sed do eiusmod tempor
incididunt ut labore et dolore magna
aliqua. Ut enim ad minim veniam.***



FRAMEWORK ARISTOTLE

Universitas
Indonesia



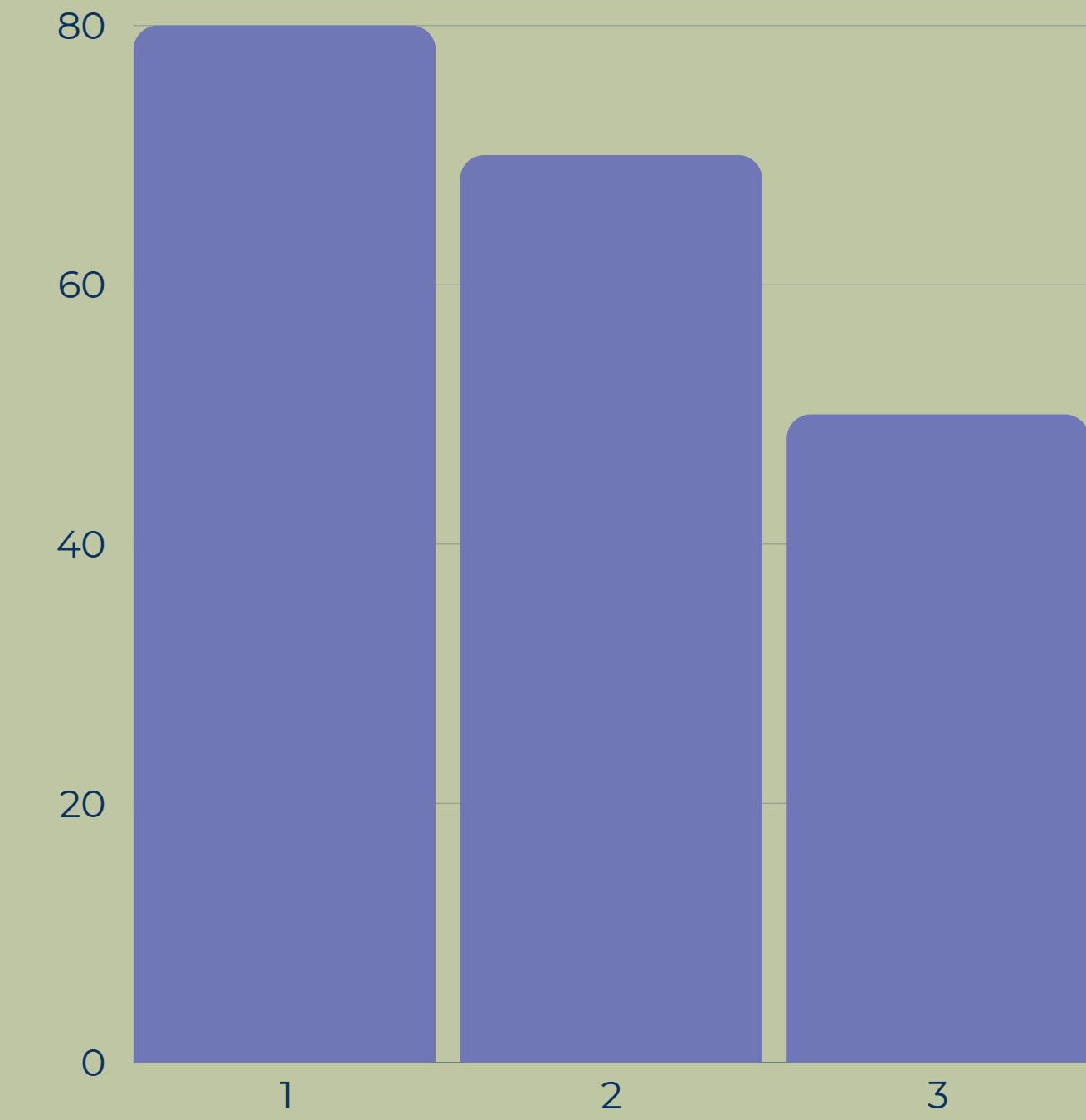


HASIL EKSPERIMENTEN

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