

Optimasi Alokasi Anggaran Prioritas Pembangunan Tahun 2026 Berdasarkan Tren APBN 2020-2025 Menggunakan Dynamic Programming

Moh. Hafizh Irham Perdana - 13524025

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha 10 Bandung

E-mail: hafizhirham06@gmail.com , 13524025@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Alokasi anggaran pembangunan merupakan salah satu bentuk permasalahan pengambilan keputusan yang kompleks karena melibatkan sumber daya terbatas, banyak sektor prioritas, serta dampak yang berbeda-beda terhadap indikator pembangunan. Dalam APBN Tahun Anggaran 2025, pemerintah mengalokasikan belanja negara untuk berbagai kebutuhan, termasuk pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, ketahanan pangan, infrastruktur, transfer ke daerah, dan agenda pembangunan lainnya [1]. Namun, karena ruang fiskal terbatas dan setiap sektor memiliki karakteristik manfaat yang berbeda, diperlukan suatu pendekatan sistematis untuk memodelkan bagaimana anggaran tambahan dapat dialokasikan secara optimal. Makalah ini membahas penerapan Dynamic Programming untuk mengoptimalkan alokasi tambahan anggaran sektor prioritas pembangunan dengan memanfaatkan tren historis APBN 2020–2025 sebagai dasar prediksi kebutuhan anggaran 2026. Makalah difokuskan pada beberapa sektor prioritas yang memiliki data dan indikator eksplisit dalam Nota Keuangan APBN 2025, yaitu pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan. Keputusan pada setiap tahap berupa pilihan besaran tambahan anggaran dan tujuan optimasi adalah memaksimalkan total benefit score berdasarkan indikator pembangunan seperti peningkatan kualitas sumber daya manusia, penurunan stunting, pengurangan kemiskinan, perluasan akses pendidikan, dan penguatan ketahanan pangan [1].

Kata kunci—*Dynamic Programming, optimasi, APBN, alokasi anggaran, prioritas pembangunan*

I. PENDAHULUAN

Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) merupakan instrumen utama pemerintah dalam menjalankan fungsi pembangunan, pelayanan publik, perlindungan sosial, stabilisasi ekonomi, dan pemerataan kesejahteraan. Nota Keuangan APBN Tahun Anggaran 2025, belanja negara dirancang untuk mendukung agenda pembangunan nasional dengan tetap memperhatikan keberlanjutan fiskal. APBN 2025 mencatat pendapatan negara sebesar Rp3.005,1 triliun dan belanja negara sebesar Rp3.621,3 triliun, sehingga terdapat defisit anggaran sebesar Rp616,2 triliun atau sekitar 2,53 persen terhadap PDB [1]. Kondisi ini menunjukkan bahwa anggaran negara merupakan sumber daya terbatas yang harus dikelola secara selektif dan efisien.

Di sisi lain, kebutuhan pembangunan nasional bersifat multidimensi. Pemerintah tidak hanya perlu membiayai pendidikan dan kesehatan, tetapi juga perlindungan sosial, ketahanan pangan, infrastruktur, transfer ke daerah, hilirisasi industri, investasi, kesetaraan gender, serta berbagai program strategis lainnya. Dalam Nota Keuangan APBN 2025, Bab Prioritas Pembangunan menyoroti beberapa bidang utama seperti kesehatan, perlindungan sosial, pendidikan, ketahanan pangan, hilirisasi industri, penguatan investasi, dan pengarusutamaan gender [1]. Masing-masing sektor memiliki tujuan, indikator, mekanisme belanja, dan dampak pembangunan yang berbeda. Oleh karena itu, alokasi anggaran tidak dapat dipahami hanya sebagai pembagian dana secara sederhana, melainkan sebagai proses pengambilan keputusan yang melibatkan banyak pertimbangan.

Permasalahan menjadi semakin kompleks karena satu sektor pembangunan dapat berhubungan dengan sektor lain. Misalnya, penurunan stunting tidak hanya bergantung pada anggaran kesehatan, tetapi juga berkaitan dengan ketahanan pangan, perlindungan sosial, sanitasi, pendidikan keluarga, dan kapasitas layanan daerah. Demikian pula, peningkatan kualitas pendidikan tidak hanya dipengaruhi oleh anggaran pendidikan, tetapi juga kondisi kesehatan peserta didik, akses infrastruktur, kemampuan ekonomi keluarga, dan kualitas tenaga pendidik. Artinya, sektor-sektor pembangunan dalam APBN dapat saling tumpang tindih, saling melengkapi, dan memiliki hubungan lintas program.

Selain memperhatikan besaran anggaran pada APBN 2025, tren anggaran dari tahun 2020 hingga 2025 juga penting untuk dianalisis karena dapat menunjukkan arah peningkatan atau penurunan perhatian fiskal terhadap suatu sektor [1]. Sektor dengan tren kenaikan tinggi dapat mengindikasikan adanya kebutuhan pembangunan yang meningkat, sedangkan sektor dengan tren stagnan atau fluktuatif perlu dianalisis lebih hati-hati karena mungkin dipengaruhi oleh kondisi luar biasa seperti pandemi, pemulihan ekonomi, atau perubahan kebijakan. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menggunakan baseline APBN 2025, tetapi juga menggunakan tren historis 2020–2025 untuk membentuk prediksi kebutuhan tambahan anggaran tahun berikutnya.

Dynamic Programming dipilih karena permasalahan alokasi anggaran dapat dimodelkan sebagai proses pengambilan keputusan bertahap. Setiap sektor prioritas dapat dipandang sebagai satu tahap keputusan, sedangkan sisa anggaran tambahan menjadi state yang menentukan kemungkinan keputusan berikutnya. Pada setiap tahap, model memilih salah satu opsi tambahan anggaran untuk sektor tertentu. Keputusan tersebut akan mengurangi sisa anggaran dan menambah nilai manfaat pembangunan berdasarkan benefit score yang telah ditentukan. Dengan pendekatan ini, model dapat mencari kombinasi alokasi yang optimal secara global, bukan sekadar memilih sektor dengan manfaat lokal terbesar.

II. LANDASAN TEORI

A. APBN sebagai Instrumen Alokasi Sumber Daya

APBN merupakan instrumen fiskal pemerintah yang memuat rencana pendapatan, belanja, dan pembiayaan negara dalam satu tahun anggaran [1]. Dari sudut pandang alokasi sumber daya, APBN dapat dipahami sebagai mekanisme untuk mendistribusikan sumber daya publik yang terbatas ke berbagai kebutuhan pembangunan. Keterbatasan ini terlihat dari adanya selisih antara pendapatan dan belanja negara, sehingga setiap tambahan atau perubahan alokasi anggaran perlu mempertimbangkan ruang fiskal, prioritas pembangunan, serta konsekuensi pembiayaan.

TABEL 1
POSTUR APBN TAHUN 2025
(triliun rupiah)

Uraian	2024		2025
	APBN	Outlook	APBN
A. PENDAPATAN NEGARA	2.802,3	2.802,5	3.005,1
I. PENDAPATAN DALAM NEGERI	2.801,9	2.767,5	3.004,5
1. Penerimaan Perpajakan	2.309,9	2.218,4	2.490,9
2. Penerimaan Negara Bukan Pajak	492,0	549,1	513,6
II. PENERIMAAN HIBAH	0,4	34,9	0,6
B. BELANJA NEGARA	3.325,1	3.412,2	3.621,3
I. BELANJA PEMERINTAH PUSAT	2.467,5	2.558,2	2.701,4
1. Belanja K/L	1.090,8	1.198,8	1.160,1
2. Belanja non-K/L	1.376,7	1.359,4	1.541,4
II. TRANSFER KE DAERAH	857,6	854,0	919,9
C. KESEIMBANGAN PRIMER	(25,5)	(110,8)	(63,3)
D. SURPLUS/(DEFISIT) ANGGARAN (A - B)	(522,8)	(609,7)	(616,2)
% Surplus/(Defisit) Anggaran terhadap PDB	(2,29)	(2,70)	(2,53)
E. PEMBIAYAAN ANGGARAN	522,8	609,7	616,2

Sumber: Kementerian Keuangan

Gambar 1. Tabel Postur APBN Tahun 2025 [1]

Dalam APBN 2025, belanja negara diarahkan untuk mendukung pembangunan nasional, pelayanan publik, perlindungan sosial, pembangunan sumber daya manusia, ketahanan pangan, dan transformasi ekonomi [1]. Namun, struktur APBN tidak dapat dibaca hanya dari satu sudut pandang. Anggaran dapat diklasifikasikan berdasarkan organisasi pengelola, fungsi belanja, jenis belanja, program prioritas, transfer ke daerah, maupun pembiayaan [1]. Oleh karena itu, satu kegiatan pembangunan dapat muncul dalam lebih dari satu perspektif. Misalnya, program pendidikan dapat melibatkan belanja kementerian/lembaga, transfer ke daerah, dan investasi pendidikan. Hal ini menunjukkan bahwa APBN

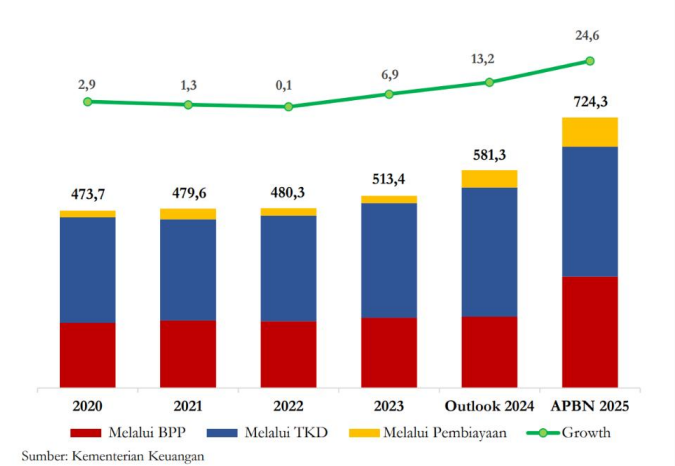
bersifat multidimensi dan memerlukan abstraksi agar dapat dimodelkan dalam pendekatan algoritmik.

B. Prioritas Pembangunan APBN 2025

Prioritas pembangunan dalam APBN 2025 diarahkan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan serta pencapaian visi pembangunan jangka panjang [1]. Dalam Nota Keuangan APBN 2025 menyoroti beberapa bidang prioritas, di antaranya kesehatan, perlindungan sosial, pendidikan, ketahanan pangan, hilirisasi industri, penguatan investasi, dan pengarusutamaan gender [1]. Dalam makalah ini, prioritas pembangunan dipilih sebagai abstraksi tahap keputusan karena setiap sektor memiliki alokasi, tujuan, dan indikator manfaat yang dapat dimodelkan.

Sektor pendidikan menjadi prioritas karena berhubungan langsung dengan peningkatan kualitas sumber daya manusia. Anggaran pendidikan dalam APBN 2025 dialokasikan sebesar Rp724.262,7 miliar atau 20 persen dari belanja negara [1]. Program pendidikan mencakup antara lain Bantuan Operasional Sekolah (BOS), Program Indonesia Pintar (PIP), KIP Kuliah, peningkatan sarana-prasarana pendidikan, dan dukungan riset. Dalam model optimasi, sektor pendidikan dapat dikaitkan dengan manfaat berupa peningkatan akses pendidikan, pencegahan putus sekolah, dan penguatan kualitas SDM.

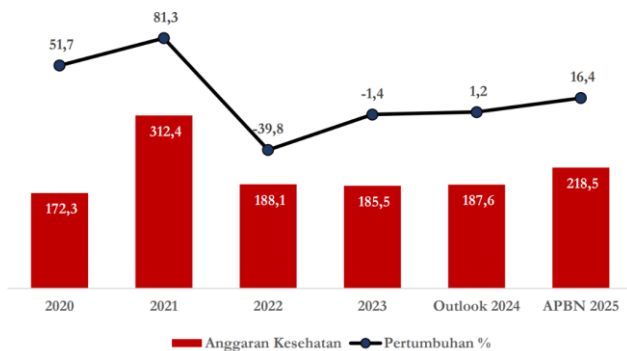
GRAFIK 4.6
PERKEMBANGAN ANGGARAN PENDIDIKAN, 2020-2025
(triliun rupiah)



Gambar 2. Grafik Tren Anggaran Pendidikan 2020-2025 [1]

Sektor kesehatan berperan penting dalam membentuk SDM yang sehat dan produktif. Anggaran kesehatan APBN 2025 mencapai Rp218,5 triliun [1]. Prioritas kesehatan mencakup penguatan Jaminan Kesehatan Nasional, peningkatan akses dan kualitas layanan kesehatan, percepatan penurunan stunting, penyediaan makanan tambahan, penguatan puskesmas, peningkatan SDM kesehatan, serta kemandirian industri farmasi. Dalam model optimasi, sektor kesehatan dapat dikaitkan dengan manfaat berupa peningkatan akses layanan kesehatan, perlindungan finansial masyarakat, penurunan stunting, dan peningkatan produktivitas masyarakat.

GRAFIK 4.1
PERKEMBANGAN ANGGARAN KESEHATAN, 2020-2025
(triliun rupiah)



Gambar 3. Grafik Tren Anggaran Kesehatan 2020-2025 [1]
Sumber: Kementerian Keuangan

Sektor perlindungan sosial diarahkan untuk melindungi masyarakat miskin dan rentan, menjaga daya beli, mempercepat pengentasan kemiskinan, dan menurunkan kesenjangan. Anggaran perlindungan sosial APBN 2025 dialokasikan sebesar Rp503.228,1 miliar [1]. Program yang termasuk dalam perlindungan sosial antara lain PKH, Kartu Sembako, subsidi, BLT Desa, dan bantuan bagi kelompok rentan. Dalam model optimasi, sektor ini dapat dikaitkan dengan manfaat berupa pengurangan kemiskinan, perlindungan daya beli, dan peningkatan kesejahteraan kelompok rentan.

GRAFIK 4.2
PERKEMBANGAN ANGGARAN PERLINDUNGAN SOSIAL, 2020-2025
(triliun rupiah)

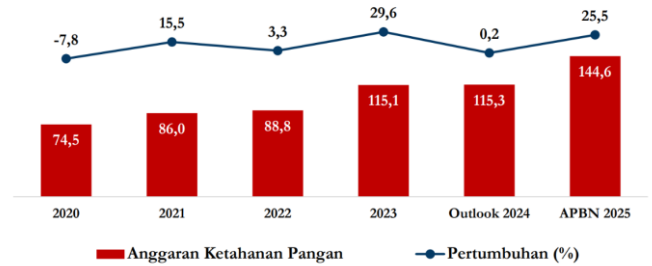


Sumber: Kementerian Keuangan

Gambar 4. Grafik Tren Anggaran Perlindungan Sosial 2020-2025 [1]
Sumber: Kementerian Keuangan

Sektor ketahanan pangan dipilih karena pangan merupakan kebutuhan dasar yang memengaruhi stabilitas sosial dan ekonomi. Anggaran ketahanan pangan APBN 2025 mencapai Rp144,6 triliun [1]. Isu ketahanan pangan mencakup produksi pangan, stabilisasi harga, distribusi, cadangan pangan, risiko perubahan iklim, gangguan rantai pasok, serta kesejahteraan petani dan nelayan. Dalam model optimasi, sektor ini dapat dikaitkan dengan manfaat berupa peningkatan produksi pangan, stabilitas harga pangan, peningkatan Nilai Tukar Petani, dan peningkatan Nilai Tukar Nelayan.

GRAFIK 4.7
PERKEMBANGAN ANGGARAN KETAHANAN PANGAN, 2020-2025
(triliun rupiah)



Sumber: Kementerian Keuangan, 2024

Gambar 5. Grafik Tren Anggaran Ketahanan Pangan 2020-2025 [1]
Sumber: Kementerian Keuangan

C. Alokasi Anggaran sebagai Masalah Optimasi

Permasalahan alokasi anggaran dapat dipandang sebagai masalah optimasi karena terdapat keterbatasan sumber daya yang harus dibagi ke beberapa alternatif keputusan. Dalam konteks APBN, pemerintah memiliki anggaran terbatas, sementara kebutuhan pembangunan tersebar pada berbagai sektor prioritas seperti pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan. Setiap sektor memiliki tingkat urgensi, cakupan manfaat, dampak strategis, serta kebutuhan anggaran yang berbeda. Oleh karena itu, alokasi anggaran tidak cukup dilakukan secara merata, melainkan perlu mempertimbangkan kombinasi keputusan yang mampu memberikan manfaat total paling besar.

Secara umum, masalah alokasi anggaran dapat dirumuskan sebagai pemilihan besaran tambahan anggaran (x_i) untuk setiap sektor (i), dengan batas total anggaran tambahan sebesar (B). Setiap pilihan alokasi menghasilkan nilai manfaat atau benefit score tertentu. Tujuan optimasi adalah memaksimalkan total manfaat yang diperoleh tanpa melebihi batas anggaran yang tersedia.

Dalam makalah ini, setiap sektor memiliki beberapa opsi tambahan anggaran diskrit, misalnya 0, 10, 20, atau 30 triliun rupiah. Karena dari setiap sektor hanya dipilih satu opsi alokasi, permasalahan ini dapat dipandang sebagai variasi dari multiple-choice knapsack problem. Pendekatan Dynamic Programming digunakan karena mampu mengevaluasi kombinasi alokasi secara sistematis dan mencari solusi optimal global berdasarkan batas anggaran dan benefit score yang digunakan.

D. Prediksi Tren Anggaran

Prediksi tren anggaran digunakan untuk memperkirakan arah kebutuhan anggaran pada periode berikutnya berdasarkan data historis. Dalam makalah ini, data anggaran sektor prioritas dari tahun 2020 sampai 2025 digunakan untuk memperkirakan kebutuhan kenaikan anggaran tahun 2026. Prediksi ini diperlukan agar model optimasi tidak hanya bergantung pada baseline APBN 2025, tetapi juga mempertimbangkan pola historis kenaikan atau penurunan anggaran setiap sektor.

E. Dynamic Programming

Dynamic Programming adalah pendekatan optimasi yang memecah masalah kompleks menjadi serangkaian submasalah yang lebih sederhana. Ciri utama Dynamic Programming adalah adanya struktur multistage, yaitu proses pengambilan keputusan dilakukan secara bertahap. Setiap tahap memiliki state yang merangkum informasi penting untuk pengambilan keputusan, decision yang menentukan tindakan pada tahap tersebut, transition yang menjelaskan perubahan state setelah keputusan diambil, dan value function yang menyimpan nilai optimal dari submasalah [2].

Konsep penting dalam Dynamic Programming adalah prinsip optimalitas. Prinsip ini menyatakan bahwa suatu kebijakan optimal memiliki sifat bahwa, apa pun keputusan awal yang diambil, keputusan-keputusan berikutnya harus tetap optimal terhadap state yang dihasilkan oleh keputusan awal tersebut. Dengan prinsip ini, solusi global dapat dibangun dari solusi optimal submasalah. Pendekatan ini cocok digunakan ketika masalah memiliki overlapping subproblems dan optimal substructure.

Dalam makalah ini, Dynamic Programming digunakan untuk menentukan alokasi optimal anggaran tambahan. Stage dalam model merepresentasikan sektor prioritas pembangunan. State merepresentasikan jumlah anggaran tambahan yang masih tersedia. Decision merepresentasikan pilihan besaran tambahan anggaran untuk sektor tertentu. Transition terjadi ketika suatu pilihan alokasi diambil, sehingga sisa anggaran berkurang. Value function menyimpan total benefit maksimum yang dapat diperoleh sampai sektor tertentu dengan batas anggaran tertentu.

III. DESAIN IMPLEMENTASI

A. Gambaran Umum Implementasi

Makalah ini mengimplementasikan Dynamic Programming untuk menyelesaikan permasalahan optimasi prediktif alokasi anggaran prioritas pembangunan. Implementasi ini memanfaatkan data historis anggaran sektor prioritas dari tahun 2020 sampai 2025 untuk memperkirakan kebutuhan kenaikan anggaran pada tahun 2026 [1]. Hasil prediksi tersebut kemudian digunakan sebagai salah satu dasar pembentukan batas alokasi dan benefit score dalam model Dynamic Programming.

Alur implementasi terdiri atas empat tahap utama. Pertama, data historis anggaran sektor prioritas APBN 2020–2025 dikumpulkan dari Nota Keuangan APBN 2025 [1]. Kedua, data historis tersebut digunakan untuk memprediksi anggaran 2026 dan menghitung prediksi kenaikan anggaran setiap sektor. Ketiga, prediksi kenaikan anggaran, indikator prioritas pembangunan, feasibility, diminishing return, dan absorption cap digunakan untuk membentuk opsi alokasi serta adjusted benefit score. Keempat, Dynamic Programming digunakan untuk menentukan kombinasi alokasi tambahan yang memberikan total adjusted benefit score maksimum.

B. Abstraksi Masalah

Permasalahan alokasi anggaran diabstraksikan sebagai masalah optimasi multistage. Setiap sektor prioritas dipandang sebagai satu stage. Pada setiap stage, algoritma memilih

besaran tambahan anggaran yang akan dialokasikan ke sektor tersebut. Keputusan tersebut akan mengurangi kapasitas anggaran yang tersisa dan menambah adjusted benefit score.

TABEL I. ABSTRAKSI MODEL

Komponen	Representasi dalam Model
Stage	Sektor prioritas pembangunan
State	Total anggaran tambahan yang telah digunakan atau masih tersedia
Decision	Besaran tambahan anggaran untuk sektor tertentu
Transition	Perubahan kapasitas anggaran setelah alokasi dipilih
Value function	Total adjusted benefit score maksimum
Objektif	Memaksimalkan total adjusted benefit score
Constraint	Total tambahan anggaran terbatas dan setiap sektor dibatasi oleh prediksi kenaikan serta absorption cap

C. Data APBN dan Prediksi Anggaran

Data historis yang digunakan berupa tren anggaran sektor pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan dari tahun 2020 sampai APBN 2025. Data ini digunakan sebagai input awal untuk melakukan prediksi kebutuhan anggaran 2026. Dalam memprediksi anggaran tahun 2026, model menggunakan weighted growth, yaitu pertumbuhan tahun terbaru diberi bobot lebih besar dibandingkan rata-rata pertumbuhan historis. Pertumbuhan tahunan dihitung dengan rumus:

$$g_t = \frac{(B_t - B_{t-1})}{B_{t-1}}$$

Prediksi pertumbuhan 2026 dihitung sebagai:

$$g_{2026} = 0,5g_{2025} + 0,3g_{2024} + 0,2 \sum_{i=2021}^{2025} \frac{g_i}{5}$$

Kemudian prediksi anggaran 2026 dihitung sebagai:

$$B_{2026} = B_{2025} \times (1 + g_{2026})$$

Prediksi kenaikan anggaran dihitung sebagai:

$$PredictedIncrease_i = \max(0, B_{2026,i} - B_{2025,i})$$

D. Indikator dan Pembatas

Adapun indikator-indikator yang digunakan sebagai pembatas model yaitu,

1) Tren Need Score

Trend need score dibentuk dari rasio prediksi kenaikan terhadap baseline APBN 2025:

$$TrendRatio_i = \frac{PredictedIncrease_i}{B_{2025,i}}$$

yang kemudian dinormalisasi ke dalam skala 1-5:

$$TrendNeed_i = 1 + 4 \times \frac{TrendRatio_i}{\max(TrendRatio)}$$

2) Priority Score

Priority score digunakan untuk merepresentasikan tingkat prioritas suatu sektor berdasarkan empat komponen utama:

1. Urgency, yaitu tingkat urgensi sektor terhadap masalah pembangunan dengan bobot 0,25.
2. Coverage, yaitu luas cakupan penerima manfaat dengan bobot 0,20.
3. Strategic impact, yaitu keterkaitan sektor dengan target pembangunan nasional dengan bobot 0,25.
4. Trend need, yaitu kebutuhan kenaikan anggaran berdasarkan prediksi tren historis dengan bobot 0,30.

Priority score dihitung menggunakan formula:

$$p_{score} = w_1U_i + w_2C_i + w_3SI_i + w_4TN_i$$

3) Feasibility Penalty

Dalam realitas kebijakan publik, sektor dengan potensi manfaat tinggi belum tentu dapat langsung menyerap tambahan anggaran secara efektif. Oleh karena itu, model menambahkan feasibility penalty. Feasibility merepresentasikan tingkat kesiapan implementasi, risiko penyerapan, dan kompleksitas pelaksanaan program.

Adjusted benefit dihitung dengan formula:

$$AdjustedBenefit_i(x) = RawBenefit_i(x) \times Feasibility_i$$

Nilai feasibility berada pada rentang 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, semakin kecil penalti implementasinya.

TABEL II. FEASIBILITY SEKTOR

Sektor	Feasibility	Alasan
Pendidikan	0,80	Dampak penting tetapi hasilnya cenderung jangka panjang.
Kesehatan	0,85	Memiliki sistem layanan luas, tetapi bergantung pada kapasitas fasilitas dan SDM kesehatan
Perlindungan Sosial	0,90	Memiliki cakupan penerima manfaat yang besar
Ketahanan Pangan	0,75	Dipengaruhi oleh iklim, distribusi, produksi, pasar, dan risiko lain.

4) Diminishing Return

Model ini menggunakan asumsi diminishing return, yaitu tambahan anggaran awal memberikan manfaat marginal lebih besar dibandingkan tambahan anggaran berikutnya. Asumsi ini digunakan karena dalam kebijakan publik, tambahan anggaran tidak selalu menghasilkan peningkatan manfaat secara linear.

TABEL III. DIMINISHING RETURN

Tambahan ke-	Diminishing factor
1	1,00
2	0,82
3	0,65
4	0,50
5	0,38

Dengan mekanisme ini, model tidak sekadar memilih sektor dengan priority score tertinggi, tetapi juga mempertimbangkan bahwa manfaat tambahan pada sektor yang sama akan menurun setelah level tertentu.

5) Predicted Increase Cap dan Absorption Cap

Model menggunakan dua batas utama untuk membentuk opsi alokasi setiap sektor. Batas pertama adalah predicted increase cap, yaitu batas tambahan berdasarkan prediksi kenaikan anggaran 2026. Batas kedua adalah absorption cap, yaitu batas tambahan berdasarkan kapasitas penyerapan relatif terhadap baseline APBN 2025.

Predicted increase cap dihitung dari prediksi kenaikan anggaran:

$$PredCap_i = floor_to_step(PredictedIncrease_i)$$

Absorption cap dihitung sebagai:

$$AbsCap_i = floor_to_step(0,20 \times B_{2025})$$

Batas efektif tambahan anggaran setiap sektor adalah:

$$Eff_i = \min(PredCap_i, AbsCap_i, MaxAdditional_i)$$

Dengan constraint ini, suatu sektor tidak dapat menerima tambahan anggaran melebihi kebutuhan kenaikan yang diprediksi dan tidak dapat menerima tambahan yang terlalu besar dibandingkan baseline anggarannya.

6) Penentuan Fiscal Space Simulatif

Total anggaran tambahan yang dialokasikan dalam model tidak ditentukan secara sembarang. Model menghitung fiscal space simulatif sebagai sebagian dari total effective cap seluruh sektor.

$$B = floor_to_step(r \times \Sigma EffectiveMax_i)$$

Dalam implementasi, r disebut fiscal space ratio. Misalnya, jika fiscal space ratio bernilai 0,60, maka model mengasumsikan bahwa hanya 60 persen dari total kebutuhan tambahan efektif yang dapat dipenuhi. Hal ini merepresentasikan kondisi bahwa ruang fiskal bersifat terbatas sehingga tidak semua prediksi kebutuhan kenaikan anggaran dapat dipenuhi sekaligus.

E. Model Algoritma

Model Dynamic Programming didefinisikan sebagai $DP[i][b]$ yang berarti adjusted benefit maksimum setelah mempertimbangkan i sektor pertama dengan total anggaran tambahan sebesar b, dengan relasi rekursifnya adalah:

$$DP[i][b] = \max(DP[i-1][b-x_i] + Benefit_i(x_i))$$

dengan $x_i \in Options_i$ dan $x_i \leq b$

Keterangan:

- i adalah indeks sektor.
- b adalah kapasitas anggaran tambahan.

- x_i adalah pilihan tambahan anggaran untuk sektor ke- i .
- $Benefit_i(x_i)$ adalah adjusted benefit score dari pilihan tersebut.

Basis Dynamic Programming yaitu $DP[0][0] = 0$. Jika belum ada sektor yang dipertimbangkan dan anggaran yang digunakan adalah 0, maka benefit yang diperoleh adalah 0. Untuk state lain yang tidak feasible, nilai awal dibuat negatif tak hingga agar tidak dipilih oleh algoritma. Kemudian, solusi akhir diperoleh dari $DP[n][B]$ dengan n adalah jumlah sektor dan B adalah total fiscal space simulatif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data Historis APBN

Tahap pertama implementasi adalah mengolah data historis anggaran sektor prioritas dari tahun 2020 sampai 2025. Data historis digunakan untuk melihat pola perubahan anggaran setiap sektor sebelum dilakukan prediksi tahun 2026. Keempat sektor yang dianalisis adalah pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan.

TABEL IV. DATA ANGGARAN SEKTOR PRIORITAS 2020–2025 [1]

Sektor	2020	2021	2022	2023	Outlook 2024	APBN 2025
Pendidikan	473,7	479,6	480,3	513,4	581,3	724,3
Kesehatan	172,3	312,4	188,1	185,5	187,6	218,5
Perlindungan Sosial	498,0	468,2	460,6	436,2	485,1	503,2
Ketahanan Pangan	74,5	86,0	88,8	115,1	115,3	144,6

Berdasarkan data tersebut, sektor pendidikan menunjukkan peningkatan cukup besar pada tahun 2025, yaitu dari Rp581,3 triliun pada 2024 menjadi Rp724,3 triliun pada 2025. Sektor kesehatan memiliki pola yang lebih fluktuatif karena terjadi lonjakan besar pada 2021, kemudian mengalami penurunan pada 2022 dan kembali meningkat pada 2025. Sektor perlindungan sosial cenderung menurun dari 2020 sampai 2023, tetapi kembali meningkat pada 2024 dan 2025. Sektor ketahanan pangan menunjukkan tren peningkatan yang cukup kuat, terutama pada 2023 dan 2025 [1].

B. Hasil Prediksi Anggaran Tahun 2026

Setelah data historis diperoleh, dilakukan prediksi anggaran 2026 menggunakan metode weighted growth. Metode ini memberi bobot lebih besar pada pertumbuhan tahun terbaru agar prediksi lebih mencerminkan arah terkini. Hasil prediksi ditunjukkan pada Tabel V.

TABEL V. HASIL PREDIKSI ANGGARAN 2026 (DALAM TRILIUN)

Sektor	APBN 2025	Prediksi 2026	Nilai Kenaikan	Rasio Kenaikan	Tren Need Score
Pendidikan	724,3	855,5	131,2	0,1811	5,000
Kesehatan	218,5	242,3	23,8	0,1088	3,404
Perlindungan Sosial	503,2	529,9	26,7	0,0531	2,173
Ketahanan Pangan	144,6	167,3	22,7	0,1571	4,470

Hasil prediksi menunjukkan bahwa sektor pendidikan memiliki prediksi kenaikan terbesar secara nominal, yaitu Rp131,2 triliun. Hal ini disebabkan oleh baseline pendidikan yang besar serta pertumbuhan tinggi pada 2025. Sektor ketahanan pangan memiliki rasio kenaikan yang cukup tinggi, yaitu 0,1571, sehingga memperoleh trend need score sebesar 4,470. Sektor kesehatan memiliki prediksi kenaikan Rp23,8 triliun dengan trend need score 3,404. Sementara itu, perlindungan sosial memiliki prediksi kenaikan Rp26,7 triliun, tetapi rasio kenaikannya lebih kecil karena baseline sektor ini sudah besar.

Trend need score digunakan untuk menunjukkan tingkat kebutuhan kenaikan berdasarkan tren historis. Pendidikan memperoleh skor tertinggi karena memiliki rasio kenaikan terbesar. Ketahanan pangan berada pada posisi kedua karena rasio kenaikannya cukup tinggi meskipun secara nominal lebih kecil daripada pendidikan dan perlindungan sosial.

C. Hasil Pembentukan Skor Prioritas

Setelah prediksi 2026 diperoleh, model membentuk priority score berdasarkan empat komponen, yaitu urgency, coverage, strategic impact, dan trend need. Hasil skoring sektor ditunjukkan pada Tabel VI.

TABEL VI. HASIL SKORING SEKTOR

Sektor	Urgency	Coverage	Strategic Impact	Feasibility	Priority Score
Pendidikan	4,0	5,0	5,0	0,80	4,750
Kesehatan	5,0	5,0	5,0	0,85	4,521
Perlindungan Sosial	5,0	5,0	4,5	0,90	4,027
Ketahanan Pangan	5,0	3,5	4,5	0,75	4,416

Sektor pendidikan memperoleh priority score tertinggi sebesar 4,750. Nilai ini dipengaruhi oleh coverage dan strategic impact yang tinggi, serta trend need score tertinggi. Sektor kesehatan memperoleh priority score 4,521 karena memiliki urgency, coverage, dan strategic impact yang tinggi, meskipun trend need-nya lebih rendah daripada pendidikan. Ketahanan pangan memperoleh priority score 4,416 karena memiliki urgency dan trend need yang tinggi, tetapi coverage lebih rendah dibandingkan pendidikan, kesehatan, dan perlindungan sosial. Perlindungan sosial memperoleh priority score 4,027 karena trend need-nya paling rendah, walaupun memiliki urgency dan coverage tinggi.

Feasibility digunakan sebagai penalti implementasi. Perlindungan sosial memiliki feasibility tertinggi sebesar 0,90 karena mekanisme bantuan sosial relatif sudah tersedia dan cakupan programnya luas. Ketahanan pangan memiliki feasibility terendah sebesar 0,75 karena pelaksanaannya dipengaruhi faktor eksternal seperti iklim, distribusi, produksi, pasar, dan rantai pasok.

D. Hasil Pembentukan Batas Efektif Alokasi

Model tidak dapat memberikan tambahan anggaran secara bebas. Setiap sektor dibatasi oleh predicted increase cap, absorption cap, dan max additional cap. Hasil batas efektif ditunjukkan pada Tabel VII.

TABEL VII. BATAS EFEKTIF ALOKASI (DALAM TRILIUN)

Sektor	Predicted Increase Cap	Absorption Cap	Max Additional Cap	Effective Max Additional
Pendidikan	130	140	120	120
Kesehatan	20	40	120	20
Perlindungan Sosial	20	100	120	20
Ketahanan Pangan	20	20	120	20

Sektor pendidikan memiliki effective max additional terbesar, yaitu Rp120 triliun. Hal ini terjadi karena prediksi kenaikan pendidikan cukup besar, absorption cap-nya juga besar, dan hanya dibatasi oleh max additional cap sebesar Rp120 triliun. Sektor kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan masing-masing memiliki effective max additional sebesar Rp20 triliun karena predicted increase cap atau absorption cap membatasi tambahan maksimum sektor tersebut.

Total effective cap seluruh sektor adalah Rp180 triliun. Dengan fiscal space ratio 0,60 dan pembulatan ke kelipatan Rp10 triliun, total fiscal space simulatif yang digunakan dalam optimasi adalah Rp100 triliun. Artinya, model mengasumsikan bahwa tidak seluruh kebutuhan tambahan efektif dapat dipenuhi, sehingga diperlukan optimasi untuk menentukan kombinasi alokasi terbaik.

E. Hasil Pembentukan Opsi Benefit

Setelah batas efektif alokasi ditentukan, model membentuk opsi tambahan anggaran untuk setiap sektor. Setiap opsi memiliki raw benefit, adjusted benefit, dan marginal adjusted benefit. Adjusted benefit dihitung dengan mempertimbangkan priority score, feasibility, dan diminishing return. Hasil Opsi Benefit ditunjukkan pada tabel VIII.

TABEL VIII. OPSI BENEFIT PER TAMBAHAN ANGGARAN

Sektor	Tambahan Anggaran	Raw Benefit	Adjusted Benefit	Marginal Adjusted Benefit
Pendidikan	0	0	0	0
	10	24	19	19
	20	43	35	16
	30	59	47	12
	40	71	56	9
	50	80	64	8
	60	87	69	5
	70	92	74	5
	80	97	78	4
	90	101	81	3
	100	104	83	2
	110	106	85	2
	120	108	87	2
Kesehatan	0	0	0	0
	10	23	19	19
	20	41	35	16
Perlindungan Sosial	0	0	0	0
	10	20	18	18
	20	37	33	15

Ketahanan Pangan	0	0	0	0
	10	22	17	17
	20	40	30	13

Tabel tersebut menunjukkan adanya diminishing return. Pada sektor pendidikan, tambahan Rp10 triliun pertama menghasilkan marginal adjusted benefit sebesar 19, tetapi tambahan berikutnya menghasilkan manfaat marginal yang semakin kecil hingga hanya 2 pada tambahan Rp110–120 triliun. Pola serupa juga terlihat pada sektor lain. Hal ini menunjukkan bahwa model tidak hanya mengejar sektor dengan skor tertinggi, tetapi juga memperhitungkan penurunan manfaat marginal ketika suatu sektor terus-menerus ditambah anggarannya.

F. Hasil Optimasi Dynamic Programming

Setelah opsi benefit terbentuk, Dynamic Programming digunakan untuk mencari kombinasi alokasi yang memberikan total adjusted benefit maksimum dengan fiscal space simulatif sebesar Rp100 triliun. Hasil optimasi ditunjukkan pada Tabel IX.

TABEL IX. HASIL OPTIMASI DYNAMIC PROGRAMMING (DALAM TRILIUN)

Sektor	APBN 2025	Prediksi 2026	Tambahan Optimal	Simulasi Anggaran 2026	Adjusted Benefit Score
Pendidikan	724,3	855,5	40	764,3	56
Kesehatan	218,5	242,3	20	238,5	35
Perlindungan Sosial	503,2	529,9	20	523,2	33
Ketahanan Pangan	144,6	167,3	20	164,6	30
Total	1.590,6	1.795,0	100	1.690,6	154

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi alokasi terbaik adalah memberikan tambahan Rp40 triliun pada sektor pendidikan, Rp20 triliun pada sektor kesehatan, Rp20 triliun pada sektor perlindungan sosial, dan Rp20 triliun pada sektor ketahanan pangan. Total tambahan anggaran yang digunakan adalah Rp100 triliun, sesuai dengan fiscal space simulatif, dan total adjusted benefit maksimum yang diperoleh adalah 154.

Sektor pendidikan memperoleh tambahan terbesar karena memiliki priority score tertinggi, trend need score tertinggi, serta effective max additional yang jauh lebih besar dibandingkan sektor lain. Namun, pendidikan tidak memperoleh seluruh fiscal space karena adanya diminishing return. Setelah tambahan tertentu, manfaat marginal pendidikan menurun, sehingga alokasi ke sektor kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan menjadi lebih optimal untuk meningkatkan total adjusted benefit.

Sektor kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan masing-masing memperoleh tambahan Rp20 triliun. Nilai tersebut sama dengan effective max additional masing-masing sektor. Artinya, berdasarkan batas prediksi dan kapasitas yang digunakan dalam model, ketiga sektor tersebut sudah menerima tambahan maksimum yang masih dianggap feasible. Hal ini juga menunjukkan bahwa constraint predicted increase cap dan absorption cap berperan penting dalam membatasi hasil optimasi agar tidak terlalu terkonsentrasi pada satu sektor.

G. Analisis Tabel Dynamic Programming

Tabel DP menunjukkan perkembangan nilai benefit maksimum setelah setiap sektor dipertimbangkan. Ringkasan nilai DP ditunjukkan pada Tabel X.

TABEL X. ANALISIS TABEL DYNAMIC PROGRAMMING

Sektor	B=10	B=20	B=30	B=40	B=50
Awal	-	-	-	-	-
Pendidikan	19	35	47	56	64
Kesehatan	19	38	54	70	82
Perlindungan Sosial	19	38	56	72	88
Ketahanan Pangan	19	38	56	73	89
Sektor	B=60	B=70	B=80	B=90	B=100
Awal	-	-	-	-	-
Pendidikan	69	74	78	81	83
Kesehatan	91	99	104	109	113
Perlindungan Sosial	103	115	124	132	137
Ketahanan Pangan	105	120	133	145	154

Pada stage pendidikan, jika seluruh anggaran Rp100 triliun diberikan hanya pada pendidikan, adjusted benefit maksimum yang diperoleh adalah 83. Setelah sektor kesehatan ikut dipertimbangkan, nilai maksimum pada B=100 meningkat menjadi 113. Setelah perlindungan sosial ditambahkan, nilai maksimum naik menjadi 137. Setelah ketahanan pangan ikut dipertimbangkan, nilai maksimum akhir menjadi 154.

Peningkatan nilai pada setiap stage menunjukkan bahwa Dynamic Programming membangun solusi optimal secara bertahap. Algoritma tidak hanya memilih opsi terbaik pada satu sektor, tetapi mengevaluasi kombinasi antar sektor. Nilai akhir $DP[4][100] = 154$ menunjukkan total adjusted benefit maksimum setelah seluruh sektor dipertimbangkan dengan batas anggaran Rp100 triliun.

H. Interpretasi Hasil

Hasil optimasi memberikan tiga temuan utama. Pertama, pendidikan menjadi sektor dengan tambahan optimal terbesar karena memiliki prediksi kenaikan tertinggi dan priority score tertinggi. Prediksi anggaran pendidikan 2026 mencapai Rp855,5 triliun, atau naik Rp131,2 triliun dari APBN 2025. Hal ini membuat sektor pendidikan memiliki trend need score maksimum sebesar 5,000.

Kedua, ketiga sektor lain memperoleh tambahan maksimum sesuai batas efektifnya, yaitu Rp20 triliun. Kesehatan memiliki urgency, coverage, dan strategic impact yang tinggi, tetapi predicted increase cap membatasi alokasi tambahannya. Perlindungan sosial memiliki feasibility tertinggi, tetapi trend need score lebih rendah dibandingkan sektor lain. Ketahanan pangan memiliki trend need tinggi, tetapi absorption cap membatasi tambahan maksimum karena baseline anggarannya relatif kecil.

Ketiga, hasil model menunjukkan bahwa alokasi optimal tidak sepenuhnya mengikuti besarnya baseline APBN. Perlindungan sosial memiliki baseline besar, tetapi tambahan optimalnya tidak lebih besar daripada kesehatan atau ketahanan

pangan karena prediksi kenaikan relatif dan batas efektifnya lebih rendah. Sebaliknya, ketahanan pangan memiliki baseline terkecil, tetapi tetap memperoleh tambahan maksimum karena rasio kenaikannya tinggi dan sektor ini memiliki urgensi strategis.

Dengan demikian, hasil optimasi menunjukkan bahwa penggunaan Dynamic Programming dapat membantu memodelkan trade-off antar sektor. Keputusan alokasi tidak hanya dipengaruhi oleh besaran anggaran awal, tetapi juga oleh prediksi tren, priority score, feasibility, diminishing return, dan batas kapasitas tambahan.

I. Batasan Hasil

Hasil implementasi ini perlu dibaca sebagai simulasi algoritmik, bukan rekomendasi kebijakan fiskal. Prediksi anggaran 2026 dibuat menggunakan metode weighted growth sederhana dan bukan merupakan proyeksi resmi pemerintah. Selain itu, data historis hanya mencakup enam titik waktu sehingga hasil prediksi sensitif terhadap fluktuasi besar, seperti lonjakan anggaran kesehatan pada masa pandemi dan perubahan kebijakan pada tahun tertentu.

Benefit score yang digunakan juga bukan angka resmi APBN, melainkan skor pemodelan yang dibentuk dari urgency, coverage, strategic impact, trend need, feasibility, dan diminishing return. Oleh karena itu, perubahan bobot atau parameter dapat menghasilkan alokasi optimal yang berbeda.

Selain itu, sektor prioritas digunakan sebagai abstraksi. Dalam APBN sebenarnya, satu sektor dapat dibiayai melalui banyak kementerian/lembaga, transfer daerah, program lintas sektor, maupun pembiayaan. Model juga belum mempertimbangkan faktor politik anggaran, regulasi, mandatory spending, kualitas belanja, kapasitas implementasi riil, dan risiko ekonomi makro secara menyeluruh.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Permasalahan alokasi anggaran prioritas pembangunan dapat dimodelkan sebagai masalah optimasi multistage menggunakan Dynamic Programming. Data historis APBN 2020–2025 digunakan untuk memprediksi kebutuhan anggaran tahun 2026 pada empat sektor prioritas, yaitu pendidikan, kesehatan, perlindungan sosial, dan ketahanan pangan. Hasil prediksi tersebut kemudian digunakan untuk membentuk trend need score, batas alokasi, dan adjusted benefit score.

Berdasarkan hasil implementasi, dengan fiscal space simulatif sebesar Rp100 triliun, kombinasi alokasi optimal yang diperoleh adalah Rp40 triliun untuk pendidikan, Rp20 triliun untuk kesehatan, Rp20 triliun untuk perlindungan sosial, dan Rp20 triliun untuk ketahanan pangan. Kombinasi tersebut menghasilkan total adjusted benefit score sebesar 154. Hasil ini menunjukkan bahwa Dynamic Programming mampu mengevaluasi kombinasi alokasi secara sistematis dan menghasilkan solusi optimal berdasarkan batasan serta parameter model yang digunakan.

B. Saran

Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan metode prediksi yang lebih kuat, misalnya regresi time series atau model statistik lain, terutama jika tersedia data historis yang lebih panjang. Selain itu, benefit score dapat dibuat lebih objektif dengan menambahkan data eksternal seperti indikator kemiskinan, stunting, akses pendidikan, produksi pangan, atau data capaian program dari lembaga terkait.

Model juga dapat diperluas dengan menambahkan sektor lain seperti infrastruktur, energi, riset dan inovasi, atau transfer ke daerah. Namun, perlu diperhatikan bahwa penambahan sektor harus disertai batasan yang jelas agar tidak terjadi tumpang tindih antarpos anggaran. Selain itu, penelitian berikutnya dapat menambahkan analisis sensitivitas terhadap perubahan bobot, fiscal space ratio, feasibility, dan diminishing return untuk melihat seberapa stabil hasil optimasi terhadap perubahan asumsi model.

LAMPIRAN

Sumber dan keluaran dari makalah ini berupa buku Nota Keuangan APBN 2025, kode program, data excel, dan data csv tercantum pada link GitHub berikut:

GitHub: <https://github.com/hafizhperdana/Makalah-Stima>

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga makalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Rinaldi, M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah IF2211 Strategi Algoritma yang telah memberikan ilmunya dengan penuh dedikasi. Penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh asisten laboratorium IRK STEI ITB yang telah menyusun segala ujian, tugas besar, termasuk makalah dengan baik. Tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada semua rekan-rekan sejawat

saya yang sudah membantu, berdiskusi, dan bekerja sama selama perkuliahan ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemenkeu, Buku II Nota Keuangan Beserta Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2025, 2025.
- [2] "Dynamic Programming or DP," GeeksforGeeks, 26 January 2026. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/dsa/dynamic-programming/>.
- [3] K. Keuangan, Informasi APBN 2025 Akselerasi Pertumbuhan Ekonomi yang Inklusif dan Berkelanjutan oleh Kementerian Keuangan Republik Indonesia, 2025.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 19 Juni 2026



Moh. Hafizh Irham Perdana (13524025)