

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Kemiskinan menjadi tantangan serius dalam permasalahan global yang menjadi tujuan pertama Sustainable Development Goals (SDGs). Bagi Indonesia dengan mayoritas penduduk Muslim, persoalan kemiskinan bukan hanya masalah materil, melainkan juga moral dan sosial. Islam menghadirkan zakat sebagai solusi distributif agar harta tidak hanya beredar di kalangan orang kaya, sebagaimana ditegaskan dalam QS. Al-Hasyr ayat 7. Secara terminologis, zakat adalah instrumen fundamental dalam sistem ekonomi Islam yang berfungsi sebagai mekanisme distribusi kekayaan untuk mengurangi ketimpangan sosial dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat [1].

Sumber: <https://indonesiabaik.id/infografis/tingkat-kemiskinan-indonesia-dalam-satu-dekade-terakhir>

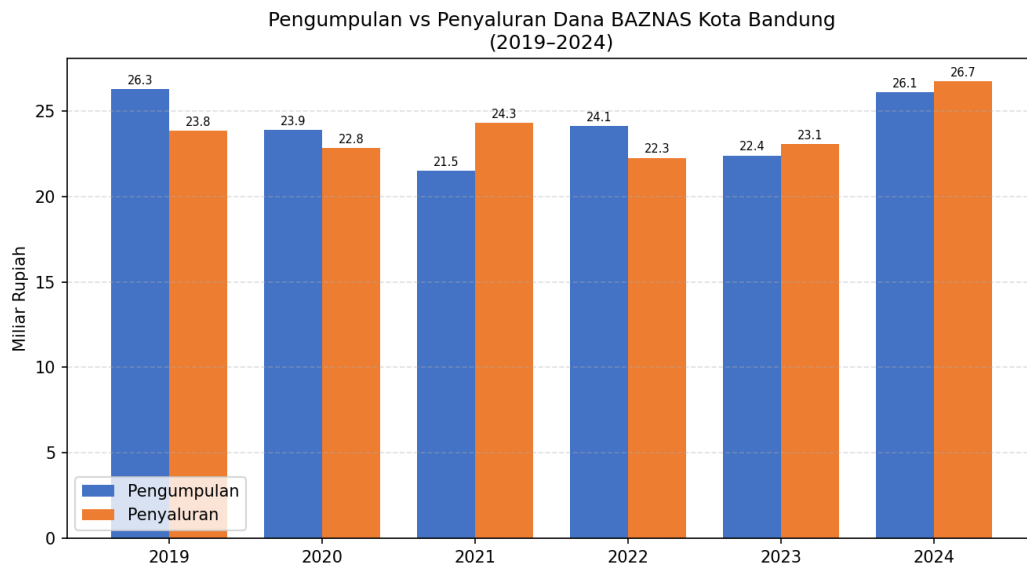


Gambar 1. 1 Persentase penduduk miskin indonesia tahun 2019-2023

Pengelolaan zakat di Indonesia diatur melalui UU No. 23 Tahun 2011 tentang Pengelolaan Zakat dan Peraturan BAZNAS No. 3 Tahun 2018, yang membedakan pendistribusian kepada mustahik dan pendayagunaan untuk program pemberdayaan [3]. BAZNAS menyalurkan zakat melalui lima bidang utama: ekonomi, pendidikan, kesehatan, kemanusiaan, serta dakwah dan advokasi.

Laporan Pengelolaan Zakat Nasional (LPZN) 2024 mencatat pengumpulan ZIS-DSKL nasional mencapai Rp40,509 triliun dengan penyaluran Rp39,508

triliun [4]. Namun proyeksi penghimpunan zakat fitrah 2025 baru mencapai Rp631,77 miliar dari potensi Rp8 triliun, menunjukkan gap signifikan antara potensi dan realisasi [5]. Pada skala lokal, potensi zakat Kota Bandung diperkirakan mencapai Rp1,785 triliun per tahun, namun realisasi pengelolaan seluruh lembaga zakat di kota ini baru sekitar Rp742 miliar atau kurang dari 42% dari potensi [7], [8].



Gambar 1. 2 Grafik Pengumpulan dan Penyaluran Dana BAZNAS Kota Bandung

Gap ini mengindikasikan bahwa masalah bukan hanya pada pengumpulan, tetapi juga pada efektivitas distribusi kepada mustahik yang berhak [9]. Ketidakpercayaan muzaki dan masalah manajerial pada lembaga pengelola zakat menegaskan bahwa pendekatan manual dalam seleksi dan distribusi perlu digantikan sistem yang lebih objektif, terukur, dan berbasis data [10], [11].

Keputusan distribusi zakat pada suatu periode tidak hanya memengaruhi pemenuhan kebutuhan mustahik saat ini, tetapi juga membentuk histori manfaat yang memengaruhi pemerataan pada periode berikutnya. Karakteristik ini konsisten dengan kerangka Markov Decision Process (MDP), yaitu model matematis untuk pengambilan keputusan sekuensial di bawah ketidakpastian. Reinforcement Learning (RL) merupakan paradigma pembelajaran mesin yang dirancang untuk menyelesaikan MDP melalui interaksi berulang antara agen dan lingkungan, sehingga agen dapat mempelajari kebijakan optimal dari pengalaman sebelumnya [15]. Dalam konteks ini, lembaga zakat dapat

dimodelkan sebagai agen tunggal (single-agent) yang secara berulang menentukan kebijakan distribusi.

Ketika suatu MDP disertai batasan eksplisit di luar maksimalisasi reward semata, seperti kepatuhan pada aturan alokasi, anggaran, dan fairness jangka panjang, formulasinya diperluas menjadi Constrained Markov Decision Process (CMDP), dan diselesaikan melalui pendekatan Constrained Reinforcement Learning. Dua arus besar yang relevan adalah pendekatan primal-dual/Lagrangian, termasuk Proximal Policy Optimization-Lagrangian (PPO-Lagrangian), serta pendekatan Trust-Region seperti Constrained Policy Optimization (CPO) [17], [18]. Karena distribusi zakat terikat aturan institusional BAZNAS dan bukan hanya optimasi reward semata, penelitian ini memformulasikan permasalahan sebagai CMDP dan menyelesaikannya dengan pendekatan Constrained RL.

Dalam konteks keputusan sekuensial, fairness yang dihitung statis per periode gagal menangkap akumulasi dampak kebijakan terhadap kelompok rentan, karena keputusan saat ini dapat menimbulkan feedback effects terhadap dinamika sistem di masa depan [12]. Xu dkk. (2022) mengusulkan Equal Long-Term Benefit Rate (ELBERT), yang memformalkan fairness jangka panjang melalui metrik Long-Term Benefit Rate (LBR) pada domain lending [19], [20]. Metrik LBR ini menjadi salah satu formulasi fairness sekuensial yang sudah teruji, namun penerapannya belum diintegrasikan sebagai batasan (cost constraint) eksplisit dalam kerangka CMDP, dan belum mempertimbangkan kepatuhan terhadap aturan institusional yang bersifat hard constraint seperti pada distribusi zakat.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan kerangka Hybrid Long-Term Fairness (HLTF), yang belum pernah dirumuskan pada penelitian sebelumnya. HLTF mengintegrasikan tiga komponen: (1) deviasi LBR sebagai cost constraint eksplisit yang dioptimasi melalui PPO-Lagrangian, *action projection* berbasis normalisasi proporsional untuk menjamin feasibility setiap keputusan alokasi terhadap aturan institusional BAZNAS, dan penerapannya pada domain distribusi zakat yang bersifat dinamis, musiman, dan terikat aturan institusional. Dengan kata lain, komponen LBR sebagai metrik

fairness jangka panjang telah diusulkan pada penelitian terdahulu, namun integrasinya sebagai batasan eksplisit dalam CMDP bersama mekanisme action projection untuk konteks distribusi zakat merupakan kontribusi baru penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana merancang pendekatan *Hybrid Long-Term Fairness* (HLTF) sebagai *Constrained Markov Decision Process* (CMDP) untuk kebijakan distribusi zakat yang memaksimalkan utilitas kesejahteraan mustahik dibawah pemerataan jangka panjang dan aturan institusional deterministik?
2. Bagaimana kinerja dan evaluasi pendekatan *Hybrid Long-Term Fairness* (HLTF) sebagai *Constrained Markov Decision Process* (CMDP) untuk kebijakan distribusi zakat yang memaksimalkan utilitas kesejahteraan mustahik dibawah pemerataan jangka panjang dan aturan institusional deterministik?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merancang pendekatan *Hybrid Long-Term Fairness* (HLTF) sebagai *Constrained Markov Decision Process* (CMDP) untuk kebijakan distribusi zakat yang memaksimalkan utilitas kesejahteraan mustahik dibawah pemerataan jangka panjang dan aturan institusional deterministik
2. Mengukur kinerja dan evaluasi pendekatan *Hybrid Long-Term Fairness* (HLTF) sebagai *Constrained Markov Decision Process* (CMDP) untuk kebijakan distribusi zakat yang memaksimalkan utilitas kesejahteraan mustahik dibawah pemerataan jangka panjang dan aturan institusional deterministik

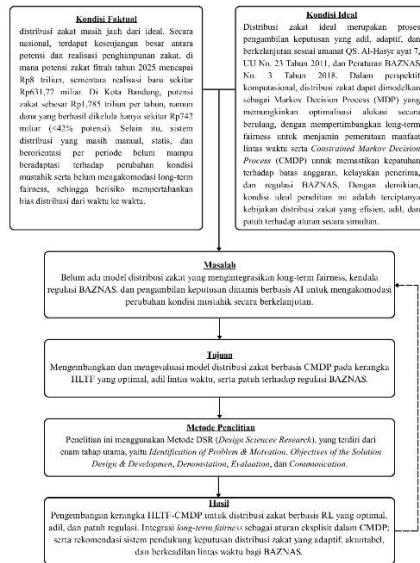
1.4 Batasan Masalah Penelitian

1. Penelitian memodelkan distribusi zakat sebagai pengambilan keputusan terpusat (*single-agent*), di mana lembaga pengelola zakat bertindak sebagai pengambil keputusan utama.
2. Unit kelompok (*group*) pada fairness ditetapkan sebagai wilayah distribusi, sedangkan aspek asnaf diperlakukan sebagai batasan kelayakan distribusi, bukan sebagai agen otonom.\

3. Penelitian dilakukan pada lingkungan simulasi semi-sintetis berbasis data agregat dan skenario yang merefleksikan kondisi nyata, bukan pada data individu mustahik dan bukan pada implementasi langsung pada lembaga nyata.
4. Ruang aksi difokuskan pada alokasi dana antarwilayah agar model tetap tractable untuk lingkup penelitian sarjana. Bidang program dapat diposisikan sebagai parameter konteks atau skenario, bukan dimensi aksi utama.
5. *Fairness* jangka panjang diukur menggunakan deviasi *Long-term Benefit Rate* (LBR) antarwilayah, sedangkan *fairness* regret dibahas sebagai landasan teoretis, bukan sebagai metrik evaluasi utama.
6. Batasan keras (*hard constraints*) dibatasi pada anggaran, non-negativitas alokasi, dan batas kelayakan alokasi. Bila digunakan batas bawah dan atas alokasi, parameter tersebut dinyatakan sebagai asumsi simulasi atau kebijakan lokal, bukan sebagai ketentuan numerik eksplisit Perbaznas.
7. Algoritma pembelajaran utama yang digunakan adalah PPO-Lagrangian sebagai metode *constrained policy optimization* dalam kerangka CMDP, sedangkan Proporsional PPO vanilla digunakan sebagai baseline pembandingan.

1.5 Kerangka Pemikiran Penelitian

Adapun kerangka pemikiran penelitian ini dijelaskan pada Gambar 1.1



Gambar 1. 3 Kerangka pemikiran penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun untuk memberikan gambaran yang terstruktur mengenai alur penelitian, cakupan pembahasan pada setiap bab, serta keterkaitan antarbagian dalam keseluruhan penelitian. Penyusunan laporan dilakukan secara sistematis ke dalam lima bab utama sebagai berikut.

Bab I Pendahuluan memuat latar belakang penelitian yang menjelaskan permasalahan distribusi zakat dan urgensi penerapan pendekatan kecerdasan artifisial dalam mendukung pengambilan keputusan distribusi yang lebih optimal, adil, dan sesuai regulasi. Bab ini juga mencakup identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, serta kerangka pemikiran yang menggambarkan hubungan antara permasalahan, pendekatan yang digunakan, dan solusi yang diusulkan. Pada bagian akhir bab disajikan sistematika penulisan sebagai panduan untuk memahami keseluruhan isi tugas akhir.

Bab II Kajian Literatur berisi landasan teoritis dan studi terdahulu yang relevan dengan penelitian. Pembahasan meliputi konsep dasar zakat dan distribusinya, tata kelola distribusi zakat berdasarkan regulasi BAZNAS, teori *Markov Decision Process* (MDP) dan *Constrained Markov Decision Process* (CMDP), konsep *Reinforcement Learning* (RL), algoritma *Proximal Policy Optimization* (PPO) dan PPO-Lagrangian, teori *long-term fairness* dalam

pengambilan keputusan sekuensial, serta berbagai penelitian terdahulu yang berkaitan dengan optimasi distribusi sumber daya menggunakan pendekatan kecerdasan artifisial. Bab ini juga mengidentifikasi *research gap* yang menjadi dasar pengembangan kerangka *Hybrid Long-Term Fairness* (HLTF).

Bab III Metodologi Penelitian menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, yaitu pendekatan *Design Science Research* (DSR) yang berfokus pada perancangan dan evaluasi artefak teknologi. Pada bab ini dijelaskan tahapan identifikasi masalah, Solusi, desain kerangka HLTF-CMDP, konstruksi lingkungan simulasi berbasis data agregat BAZNAS Kota Bandung, formulasi *state*, *action*, *reward*, dan *constraint* dalam CMDP, implementasi algoritma PPO-Lagrangian dan PPO sebagai pembanding, serta metode evaluasi yang digunakan untuk mengukur kinerja sistem berdasarkan indikator kesejahteraan mustahik, *long-term fairness*, kepatuhan terhadap batasan, dan stabilitas kebijakan.

Bab IV Hasil dan Pembahasan menyajikan hasil implementasi dan pengujian model HLTF-CMDP pada lingkungan simulasi distribusi zakat. Pembahasan mencakup analisis performa algoritma PPO-Lagrangian dibandingkan PPO vanilla, evaluasi pencapaian kesejahteraan mustahik, pengukuran tingkat fairness antarwilayah menggunakan indikator *Long-Term Benefit Rate* (LBR), analisis kepatuhan terhadap aturan distribusi BAZNAS, serta pembahasan mengenai efektivitas pendekatan yang diusulkan dalam mengatasi permasalahan distribusi zakat yang bersifat dinamis dan berulang.

Bab V Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan. Pada bab ini dirangkum kontribusi utama penelitian, baik dari aspek metodologis maupun implementatif, khususnya terkait pengembangan kerangka HLTF-CMDP untuk distribusi zakat. Selain itu, disampaikan pula berbagai saran dan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai arah pengembangan penelitian lanjutan maupun implementasi sistem pendukung keputusan distribusi zakat pada lembaga pengelola zakat di masa mendatang.

Daftar Pustaka memuat seluruh referensi yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir, yang terdiri atas artikel jurnal ilmiah, prosiding

konferensi, buku akademik, regulasi resmi, laporan institusi, dan sumber data pendukung lainnya yang relevan dengan topik penelitian serta disusun sesuai dengan standar penulisan ilmiah yang berlaku.

