Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR v
KATA PENGANTAR vi
UCAPAN TERIMA KASIH vii
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
INTISARI xv
ABSTRACT xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah 5
1.4 Tujuan Penelitian 6
1.5 Manfaat Penelitian 6
1.5.1. Manfaat Teoritis 6
1.5.2. Manfaat Praktis 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
BAB III LANDASAN TEORI 16
3.1. Makanan Bergizi Gratis 16

Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.2. Limbah Makanan 18
3.3. Kebijakan Publik 20
3.4. *System* Dynamics (Dinamika Sistem) 21
BAB IV METODE PENELITIAN 28
4.1. Objek dan Lokasi Penelitian 28
4.2. Data Penelitian 28
4.3. Alat Penelitian 29
4.4. Tahapan Penelitian 29
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 33
5.1. Karakterisasi Sistem 33
5.2. Pemodelan *Causal Loop Diagram* 34
5.2.1. Focus Group Discussion 34
5.2.2. Causal Loop Diagram 36
5.3. Pengumpulan dan Pengolahan Data 40
5.3.1. Data Jumlah Penerima Manfaat SPPG 40
5.3.2. Data Timbulan Limbah Makanan 41
5.3.3. Waktu Produksi dan Jeda Makan 43
5.3.4. Komposisi Menu Makanan Bergizi Gratis 44
5.3.5. Komposisi Gizi Makanan Tersaji 45
5.3.6. Preferensi Makan Siswa 47
5.3.7. Tingkat Kehadiran Siswa 49
5.3.8. Kebersihan Dapur Waktu 49
5.3.9. Data Berat Sampah ke TPA & Fasilitas Pengolahan 53

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program Makanan Bergizi Gratis
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.3.10. Data Biaya Pengolahan Sampah ke TPA atau ke Fasilitas Pengolahan 54

5.4. Pemodelan *Stock and Flow Diagram* 54

5.4.1. Asumsi dan Batasan Model 55

5.4.2. Stock & Flow Diagram 56

5.5. Pengujian Model 66

5.5.1. Verifikasi Model 66

5.5.2. Validasi Model 69

5.6. Pengembangan dan Simulasi Skenario 79

5.6.1 Pemilihan Solusi Berdasarkan Perspektif *Leverage Points* 79

5.6.2 Skenario 1 : Pemanfaatan Black Soldier Fly (BSF) 84

5.6.3 Skenario 2 : Pemanfaatan Pengomposan 85

5.6.4 Skenario 3 : Pemanfaatan Insinerator 86

5.6.5 Skenario 4 : *Dual Policy (*S1 & S2) 87

5.6.6 Skenario 5 : *Dual Policy* (S1 & S3) 87

5.6.7 Skenario 6 : *Triple Policy* (S1, S2, & S3) 88

5.6.8 Skenario 7 : Triple Policy (S1, S2, & S3) 89

5.7. Prosedur Simulasi 89

5.8. Hasil Simulasi Skenario 90

5.8.1. Hasil Akhir per Skenario (Time = 792) 91

5.8.2. Perbandingan Antar Skenario 92

5.8.3. Dinamika *Time-series* 93

5.8.4. Pemilihan Skenario Terbaik 98

Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.8.5. Analisis Biaya-Manfaat dan Efektivitas Biaya 99
5.8.6. Pertimbangan Multikriteria 101
5.8.7. Implikasi Manajerial dan Batasan 103
BAB VI PENUTUP 99
6.1. Kesimpulan 99
6.2. Saran 101
DAFTAR PUSTAKA 101
LAMPIRAN 104

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis**
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 *Policy Cycle* 21
Gambar 3.2 *Reinforcing Loop* 22
Gambar 3.3 *Balancing Loop* 23
Gambar 3.4 SFD 24
Gambar 4.1 Diagram Alir Tahapan Penelitian 32
Gambar 5.1 MBG Food Waste Supply Chain (Keputusan Kepala Badan Gizi Nasional Nomor 401.1 Tahun 2025) 34
Gambar 5.2 *Causal Loop Diagram* 37
Gambar 5.3 Subsistem *Stock and Flow Diagram* 57
Gambar 5.4 Hasil *Check Model* 70
Gambar 5.5 Hasil *Dimensional Consistency Test* 71
Gambar 5.6 NSI *Heatmap* 77
Gambar 5.10 Grafik Limbah Bulanan 94
Gambar 5.11 Grafik Limbah TPA 94
Gambar 5.12 Grafik Limbah *Recycle* 95
Gambar 5.13 Grafik Total Biaya 96
Gambar 5.14 Grafik Biaya TPA 96
Gambar 5.15 Grafik Biaya *Recycle* 97

Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peta Penelitian 15
Tabel 3.1 Data Penerima Manfaat Program MBG Tahun 2025 (BGN, 2025) 16
Tabel 3.2 Data SPPG Operasional Tahun 2025 (BGN, April 2026) 17
Tabel 3.3 Komponen dan Kompisisi Sampah (SIPSN, 2026) 18
Tabel 3.4 Notasi SFD 24
Tabel 3.5 Notasi Diferensial Stok 25
Tabel 3.6 Notasi Integral Stok 26
Tabel 4.1 Jumlah Penerima Manfaat SPPG Umbulharjo1 28
Tabel 5.1 Variabel Awal 35
Tabel 5.2 Hubungan Dinamika Sistem 38
Tabel 5.3 Komposisi Pangan Indonesia (Estimasi Gramasi) 40
Tabel 5.4 Data Timbulan Limbah Makanan 41
Tabel 5.5 Data Pengelompokan Timbulan Limbah Makanan 42
Tabel 5.6 Data Timbulan Limbah Makanan Setiap Jenis 42
Tabel 5.7 Data Waktu Produksi dan Jeda Makan 43
Tabel 5.8 Data Komposisi Menu Makanan Bergizi Gratis 44
Tabel 5.9 Data Komposisi Gizi Makanan 45
Tabel 5.10 Data Variasi Komposisi Gizi Makanan 45
Tabel 5.11 Data Tingkat Penerimaan Siswa 47
Tabel 5.12 Data Tingkat Kehadiran 49
Tabel 5.13 Data Dimensi Konseptual 50
Tabel 5.14 Data Skor Normalisasi 51
Tabel 5.15 Data Indeks Konstruksi Komposit 52
Tabel 5.16 Data Kategori Kondisi Higiene Sanitasi 53
Tabel 5.17 Data Berat Sampah 53
Tabel 5.18 Data Biaya Pengolahan Sampah 54
Tabel 5.19 Data Variabel *Auxilary* 58

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis**
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5.20 Hubungan Persamaan Setiap Subsistem 67
Tabel 5.21 Hasil Simulasi Total *Waste* 71
Tabel 5.22 Hasil Simulasi *Extreme Condition Test* 72
Tabel 5.23 Tingkat Parameter *Sensitivity Analysis* 73
Tabel 5.24 Kondisi *Baseline* Simulasi 74
Tabel 5.25 Parameter Uji Sensitivitas 74
Tabel 5.26 Ranking Sensitivitas Global 75
Tabel 5.27 Pemetaan Intervensi ke *Leverage Points* 81
Tabel 5.28 Rancangan Skenario Simulasi 83
Tabel 5.29 Hasil Simulasi per Skenario 91
Tabel 5.30 Perbandingan Antar Skenario 92
Tabel 5.31 Hasil simulasi output dan biaya tujuh skenario 98
Tabel 5.32 Rasio manfaat-biaya (B/C) dan efektivitas biaya investasi per kg limbah terhindar 100
Tabel 5.33 Perbandingan multikriteria Skenario 4, 5, dan 6 101

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Dinamika Sistem untuk Analisis Kebijakan Pengurangan Food Waste pada Program
Makanan Bergizi Gratis**
Atha Rafi Nur Diansyah, Ir. Hilya Mudrika Arini, S.T., M.Sc., M.Phil., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Tingkat Konsumsi Makan 104
Lampiran 2. Casual Loop Diagram Iterasi 1 106
Lampiran 3. Bahan Baku Diterima dan Hasil Sortasi 107
Lampiran 4. Preferensi Makan Siswa 107
Lampiran 5. Model Matematis 114
Lampiran 6. Rasio Pemenuhan Gizi 119
Lampiran 7. List Pertanyaan FGD & CLD 121