Pengembangan Model Dinamika Sistem Rantai Pasok Logam Tanah Jarang di Indonesia untuk Mendukung
Perumusan Kebijakan
Meliora Audrey Yolanda, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI ..... **ii**
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **iii**
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
UCAPAN TERIMA KASIH ..... **vi**
INTISARI ..... **viii**
ABSTRACT ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Asumsi Penelitian 4
1.5. Batasan Penelitian 5
1.6. Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1. Logam Tanah Jarang (LTJ) 7
2.2. Rantai Pasok Logam Tanah Jarang 8
2.3. Dinamika *Supply-Demand* dan Risiko Ketidakseimbangan 9
2.4. *System Dynamics* 10
2.5. Penerapan *System Dynamics* pada Pengelolaan Rantai Pasok Mineral 11
BAB III LANDASAN TEORI **15**
3.1. Konsep Sistem dan Kompleksitas 15
3.2. Prinsip Dasar *System Dynamics* 16
3.3. *Feedback Loop* dan *Delay* 17
3.4. *Stock and Flow Diagram* 18
3.5. Pengujian Model 20
BAB IV METODE PENELITIAN **22**

Pengembangan Model Dinamika Sistem Rantai Pasok Logam Tanah Jarang di Indonesia untuk Mendukung
Perumusan Kebijakan
Meliora Audrey Yolanda, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.1. Objek Penelitian 22
4.2. Alat Penelitian 22
4.3. Tahapan Penelitian 22
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 26
5.1. Pendefinisian Model 26
5.1.1. *Reference Mode* 26
5.1.2. *Time Horizon* 29
5.1.3. *Model Boundary* 30
5.2. Pengembangan Model Konseptual *Causal Loop Diagram* (CLD) 32
5.3. Data Simulasi 34
5.4. Asumsi Model 35
5.5. Pengembangan *Stock and Flow Diagram* (SFD) 36
5.6. Verifikasi dan Validasi Model 37
5.6.1. *Structure Assessment Test* 38
5.6.2. *Dimensional Consistency Test* 38
5.6.3. *Behavior Reproduction Test* 39
5.6.4. *Extreme Condition Test* 42
5.6.5. *Sensitivity Analysis* 44
5.7. Pengembangan Skenario Kebijakan 49
5.7.1. Skenario 1: Penguatan Kebijakan Hilirisasi LTJ 49
5.7.2. Skenario 2: Peningkatan Insentif Investasi Industri LTJ 50
5.7.3. Skenario 3: Penguatan Dukungan Kebijakan Pengolahan Domestik 51
5.7.4. Skenario 4: Integrasi Kebijakan Pengembangan Industri LTJ 52
5.8. Hasil Simulasi Skenario 53
5.8.1. Hasil Simulasi Skenario Kebijakan 53
5.8.2. Perbandingan Efektivitas Skenario 57
5.9. Pembahasan 59
5.10. Limitasi Model 62
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 64
6.1. Kesimpulan 64
6.2. Saran 65
DAFTAR PUSTAKA 66
LAMPIRAN 70

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Dinamika Sistem Rantai Pasok Logam Tanah Jarang di Indonesia untuk Mendukung
Perumusan Kebijakan**
Meliora Audrey Yolanda, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. *Causal Loop Diagram* (Sterman, 2000) 17
Gambar 3.2. Struktur Dasar *Stock and Flow Diagram* (Sterman, 2000) 19
Gambar 4.1. Diagram Alir Tahapan Penelitian 25
Gambar 5.1. Estimasi Permintaan LTJ berdasarkan *Historical Apparent Consumption Global* dan Proksi Permintaan Domestik Indonesia 26
Gambar 5.2. Estimasi Pasokan LTJ Indonesia berdasarkan Produksi Konsentrat Timah 27
Gambar 5.3. Indeks Harga LTJ berdasarkan *NdPr Price Index* 28
Gambar 5.4. CLD Rantai Pasok LTJ Indonesia 33
Gambar 5.5. SFD Rantai Pasok LTJ Indonesia 36
Gambar 5.6. Hasil *Units Check* 39
Gambar 5.7. Perbandingan Hasil Simulasi dan *Data Historis Total REE Demand* 40
Gambar 5.8. Perbandingan Hasil Simulasi dan Data Historis *REE Production Rate* 41
Gambar 5.9. Hasil *Extreme Condition Test* pada *REE Production Rate* 43
Gambar 5.10. Hasil *Extreme Condition Test* pada *Domestic REE Processing Capacity* 44
Gambar 5.11. Hasil *Sensitivity Analysis* terhadap *Construction Time* 45
Gambar 5.12. Hasil *Sensitivity Analysis* terhadap *Demand Adjustment Time* 46
Gambar 5.13. Hasil *Sensitivity Analysis* terhadap *Base Investment* 47
Gambar 5.14. Hasil *Sensitivity Analysis* terhadap *Price Elasticity* 48
Gambar 5.15. Model Konseptual Skenario 1 50
Gambar 5.16. Model Konseptual Skenario 2 51
Gambar 5.17. Model Konseptual Skenario 3 52
Gambar 5.18. Perbandingan Skenario pada *Domestic REE Supply* 54
Gambar 5.19. Perbandingan Skenario pada *Domestic Processing Capacity* 55
Gambar 5.20. Perbandingan Skenario pada *REE Price Index* 56

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Pengembangan Model Dinamika Sistem Rantai Pasok Logam Tanah Jarang di Indonesia untuk Mendukung
Perumusan Kebijakan**
Meliora Audrey Yolanda, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Peta Penelitian 14
Tabel 5.1. *Model Boundary Chart* 31
Tabel 5.2. Hasil Uji Statistik 42
Tabel 5.3. Perbandingan Efektivitas Skenario Kebijakan pada Tahun 2035 57

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengembangan Model Dinamika Sistem Rantai Pasok Logam Tanah Jarang di Indonesia untuk Mendukung Perumusan Kebijakan
Meliora Audrey Yolanda, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, ST., M.Sc., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data dan Parameter Model 70
Lampiran 2. Reference Mode..... 72
Lampiran 3. Definisi Variabel Model 74
Lampiran 4. Persamaan Model 77
Lampiran 5. Stock and Flow Diagram 80
Lampiran 6. Detail Pengujian Model 80
Lampiran 7. Hasil Simulasi Baseline 91
Lampiran 8. Perbandingan Nilai Akhir Simulasi Skenario Tahun 2035 91