UNIVERSITAS GADJAH MADA
Analisis Kolaborasi Triple Helix Dalam Pabrik Katalis Merah Putih Guna Kemandirian Teknologi Dalam Negeri & Peningkatan TKDN (Studi Kasus Afiliasi Bumn Berbasis Riset).
Siswanto, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, S.T, M.Sc, Ph.D, Asean Eng ; Ir. Wangi Pandan Sari, S.T, M.Sc, Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Daftar Isi

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ii
KATA PENGANTAR vi
BAB I PENDAHULUAN 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Perumusan Masalah 5
I.3 Tujuan Penelitian 6
I.4 Manfaat Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
II.1 Evolusi Model Kolaborasi Inovasi 8
II.1.1 Fondasi Teoretis Kolaborasi Triple Helix 8
II.1.2 Relevansi Model *Triple-Helix* untuk Proyek Pabrik Katalis Merah Putih 10
II.2 *System Dynamics* sebagai Metodologi untuk Menganalisis Sistem Kolaborasi Inovasi yang Kompleks 11
II.2.1 Fondasi Epistemologis *System Dynamics* 11
II.2.2 Konsep Inti *System Dynamics* 12
II.2.6 Aplikasi *System Dynamics* dalam Analisis Kolaborasi Inovasi: *State of the Art* 16
II.2.7 Justifikasi Pemilihan *System Dynamics* untuk Studi Kasus Proyek Pabrik Katalis Merah Putih 18
II.3 Komersialisasi Riset dan *Technology Transfer* dalam Konteks Negara Berkembang 21
II.3.1 *Valley of Death* 21
II.3.2 Peran BUMN sebagai *Bridging Institution* dalam Konteks Indonesia 23
II.3.3 Regulasi TKDN dan *Trade-offs* dalam Kebijakan Konten Lokal 24
II.4 Kesenjangan Penelitian dan Posisi Studi Ini 25
II.4.1 Gap Metodologis: Kurangnya Pendekatan Dinamis Kuantitatif untuk Kolaborasi *Multi-Helix* 26
II.4.2 Gap Kontekstual: Implementasi *Quintuple Helix* di Negara Berkembang 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
III.1 Desain Penelitian 28
III.1.1 Paradigma Penelitian 28
III.1.2 Jenis dan Sumber Data 28
III.2 Tahapan Penelitian 31
III.2.1 Tahap 1: Identifikasi dan Definisi Masalah 31
III.2.2 Tahap 2: Konseptualisasi Sistem dan Pengembangan *Causal Loop Diagram* (CLD) 32

Analisis Kolaborasi Triple Helix Dalam Pabrik Katalis Merah Putih Guna Kemandirian Teknologi Dalam
Negeri & Peningkatan TKDN (Studi Kasus Afiliasi Bumn Berbasis Riset).
Siswanto, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, S.T, M.Sc, Ph.D, Asean Eng ; Ir. Wangi Pandan Sari, S.T, M.Sc, Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

III.2.3 Tahap 3: Pengembangan *Stock and Flow Diagram* (SFD) 35
III.2.4 Tahap 4: Estimasi Parameter dan Kalibrasi Model 37
III.2.5 Tahap 5: Validasi Model 38
III.2.7 Tahap 6: Desain Skenario dan Simulasi Kebijakan 39
III.3 Operasionalisasi Metode pada Studi Kasus 42
III.3.1 Dari Data Empiris ke *Causal Loop Diagram*: Proses Kodifikasi dan Identifikasi Loop 42
III.3.3 Batasan Pemodelan Krusial dan Justifikasinya 42
III.4 Asumsi Model dan Keterbatasan Penelitian 45
III.4.1 Asumsi Utama Model 45
III.4.2 Keterbatasan Penelitian 48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 49
IV.1 Analisis Kolaborasi *Triple Helix* dalam Pembentukan PT Katalis Sinergi Indonesia 49
IV.1.1 Gambaran Umum Ekosistem Kolaborasi 49
IV.1.2 Peran dan Kontribusi Masing-masing Helix 50
IV.2 Analisis Pola Kolaborasi Triple Helix dalam Proyek Pabrik Katalis Merah Putih 53
IV.2.1 Mapping Kontribusi Helix: Analisis Fungsional Sistemik 53
IV.2.3 Evolusi Dinamis Kolaborasi: *Phase-Based Analysis* 57
IV.3 *Causal Loop Diagram* Kolaborasi *Triple Helix* 60
IV.3.4 Identifikasi *System Archetypes* dalam Dinamika Kolaborasi *Triple Helix* 65
IV.4 Komparasi dengan Model Teoritis 72
IV.5 *Boundary Diagram* dan Justifikasi Batas Sistem 73
IV.6 Pemodelan Sistem Dinamis Kolaborasi Triple Helix (Stock Flow Diagram) 77
IV.7 Verifikasi dan Validasi Model 82
IV.7.1 Verifikasi Struktural 82
IV.7.2 Validasi Menggunakan Data Terdahulu (*Historical Validation*) 88
IV.7.3 *Parameter Verification Test* 91
IV.7.4 *Dimensional Consistency Test* 93
IV.7.5 *Extreme Condition Test* 94
IV.7.6 Validasi *Behavioral* 95
IV.8 Analisis Komparatif Skenario Kebijakan 97
IV.8.1 Deskripsi Skenario 97
IV.8.2 Hasil Simulasi Kuantitatif 100
IV 8.3 Analisis *Trade-offs* dan Komplementaritas 105
IV.8.4 Uji-t Berpasangan untuk Validasi Perilaku Skenario 109

Analisis Kolaborasi Triple Helix Dalam Pabrik Katalis Merah Putih Guna Kemandirian Teknologi Dalam
Negeri & Peningkatan TKDN (Studi Kasus Afiliasi Bumn Berbasis Riset).
Siswanto, Prof. Ir. Bertha Maya Sopha, S.T, M.Sc, Ph.D, Asean Eng ; Ir. Wangi Pandan Sari, S.T, M.Sc, Ph.D
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

IV.8.5 Triangulasi Data Acuan 112
IV.8.5.4 Uji-t Berpasangan untuk Validasi Perilaku 116
IV.8.6 *Sensitivity Analysis One-at-a-Time* 119
IV.8.7 *Cross-Validation* 122
IV.8.8 Rekomendasi Skenario Berdasarkan Prioritas *Stakeholder* 125
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 127
V.1 Kesimpulan 127
V.2 Saran 128
Daftar Pustaka 130
LAMPIRAN 137