

**UPAYA SPACEX DALAM MITIGASI SAMPAH LUAR
ANGKASA MELALUI PENGIMPLEMENTASIAN PEDOMAN
UNCOPUOS 2019-2024**

SKRIPSI

Oleh:

Wayan Andreano

2170750042



**PROGRAM STUDI ILMU HUBUNGAN INTERNASIONAL
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**

**UPAYA SPACEX DALAM MITIGASI SAMPAH LUAR
ANGKASA MELALUI PENGIMPLEMENTASIAN PEDOMAN
UNCOPUOS 2019-2024**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Sosial (S.Sos) pada Program Studi Ilmu Hubungan Internasional, Fakultas Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

Wayan Andreano
2170750042



**PROGRAM STUDI ILMU HUBUNGAN INTERNASIONAL
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN ILMU POLITIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wayan Andreano

NIM : 2170750042

Program Studi : Hubungan Internasional

Peminatan : Lingkungan

Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIPOL)

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul "Upaya SpaceX Dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Melalui Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS 2019-2024" adalah:

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku-buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya.
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal.

Jakarta, 7 Juli 2025



Wayan Andreano



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK

PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

UPAYA SPACEX DALAM MITIGASI SAMPAH LUAR ANGKASA
MELALUI PENGIMPLEMENTASIAN PEDOMAN UNCOPUOS 2019-2024

Oleh:

Nama : Wayan Andreano
NIM : 2170750042
Program Studi : Hubungan Internasional
Peminatan : Lingkungan

telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir dan sudah diperiksa dan disetujui guna mencapai gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIPOL), Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 12 Juni 2025

Menyetujui:

Pembimbing

Adrianus Lengu Wene, S.Sos., M.Si.
0317058803

Ketua Program Studi
Ilmu Hubungan Internasional

Arthur Jeverson Maya, S.Sos., M.A.
171480/0312018601



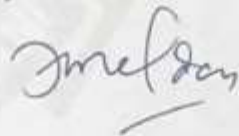
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 12 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Strata Satu pada Program Studi Program Studi Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIPOL), Universitas Kristen Indonesia, atas nama:

Nama : Wayan Andreano
NIM : 2170750042
Program Studi : Hubungan Internasional
Peminatan : Lingkungan
Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIPOL)

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “UPAYA SPACEX DALAM MITIGASI SAMPAH LUAR ANGKASA MELALUI PENGIMPLEMENTASIAN PEDOMAN UNCOPUOS 2019-2024” oleh tim penguji yang terdiri dari:

Nama Penguji		Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Riskey Oktavian, S.IP., M.A	,Sebagai Ketua	
2	Imelda Masni Juniaty Sianipar, S.IP., M.A., Ph.D	,Sebagai Anggota	
3	Adrianus Lengu Wene, S.Sos., M.Si.	,Sebagai Anggota	

Jakarta, 12 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK

PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR SKRIPSI

Nama : Wayan Andreano
NIM : 2170750042
Program Studi : Hubungan Internasional
Peminatan : Lingkungan
Judul Skripsi : UPAYA SPACEX DALAM MITIGASI SAMPAH
LUAR ANGKASA MELALUI
PENGIMPLEMENTASIAN PEDOMAN
UNCOPUOS 2019-2024

Telah memperbaiki Skripsi sesuai dengan petunjuk dari Tim Penguji dalam Sidang Ujian Skripsi sebagaimana tertulis dalam "Berita Acara Hasil Ujian Skripsi" pada tanggal 12 Juni 2025

Jakarta, 26 Juni 2025

Menyetujui:

Ketua Sidang/Penguji I

Risky Oktavian, S.IP., M.A

Penguji II

Imelda Masni Juniaty
Sianipar, S.IP., M.A., Ph.D

Penguji III

Adrianus Ieng Wene,
S.Sos., M.Si.

Ketua Program Studi
Ilmu Hubungan Internasional

Arthur Jeverson Maya, S.Sos.,
M.A.



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA

PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wayan Andreano

NIM : 2170750042

Fakultas : Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik

Program Studi : Hubungan Internasional

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Judul : Upaya SpaceX Dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Melalui Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS 2019-2024

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi manapun;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip dari karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Noneksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan-undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta Pada Tanggal 7 Juli 2025

Yang menyatakan



Wayan Andreano

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur peneliti panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih, anugerah, berkat, dan karunia-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan kasih dan penyertaan-Nya yang tak pernah putus, skripsi berjudul “Upaya SpaceX Dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Melalui Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS 2019-2024” ini berhasil disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sosial (S.Sos) pada Program Studi Ilmu Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.

Peneliti sadar betul bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, peneliti, dengan tulus terbuka dan senang hati, menerima segala bentuk kritik dan saran dari para pembaca, agar hal tersebut dapat menjadi bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang.

Proses penulisan skripsi ini penuh dengan tantangan dan hambatan yang menguji ketangguhan dan kesabaran peneliti. Namun, dengan dukungan, doa, dan semangat yang tiada henti dari berbagai pihak, peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan penuh rasa syukur, penghargaan, dan kerendahan hati, peneliti ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ida Sang Hyang Widhi Wasa, sumber segala hikmat, kekuatan, dan pengharapan yang telah menuntun setiap langkah peneliti dalam proses penyelesaian skripsi ini.

2. Papa peneliti, Nyoman Jana, yang selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk menunjang kehidupan kuliah peneliti, serta selalu memotivasi dan mengapresiasi peneliti untuk terus berjuang. Kepada Ibu terhebat dimuka bumi ini, mama peneliti, Sujinah, yang tak pernah lelah untuk memberikan semangat dan pengharapan kepada peneliti untuk terus memiliki pengharapan dalam keputusan hidup peneliti. Adik peneliti, Made Juan Vernandes. Semoga cepat menyelesaikan pendidikannya.
3. Bapak Prof. Dr. Dhaniswara K. Hardjono, S.H., M.H., M.B.A. selaku Rektor Universitas Kristen Indonesia
4. Bapak Dr. Verdinand Robertua Siahaan S.Sos., M.Soc.Sc selaku Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik serta Dosen Pembimbing Akademik, Universitas Kristen Indonesia.
5. Ibu Dr. Helen Diana Vida, M. I.Kom selaku Wakil Dekan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Kristen Indonesia.
6. Bapak Arthuur Jeverson Maya, S.Sos., M.A selaku Ketua Program Studi Hubungan Internasional.
7. Bapak Adrianus L. Wene, S.Sos., M.Si sebagai dosen pembimbing seminar proposal dan dosen pembimbing skripsi, yang penuh dengan kesabaran, motivasi, dan pengharapan telah membimbing peneliti. Tanpa pertolongan dan jerih payah beliau, menyelesaikan skripsi ini adalah kemustahilan.
8. Bapak Dary Naufal Mulyaman, S.S., M.SI selaku dosen yang selalu memberi kesempatan peneliti untuk semakin berkembang.

9. Seluruh Dosen Program Studi Ilmu Hubungan Internasional dan Seluruh staf Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Kristen Indonesia yang ikut serta membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini. Semoga ilmu dan pengalaman yang diberikan dapat peneliti didedikasikan di masa depan.
10. Serrafisca Abigail Beatrix, Aswin Vanesh Riyanto dan Stefanly Mikhael, Shultan Octadia Cahya, Muhammad Firdaus Rajendra dan Arigato Dimitri yang selalu membantu, menolong, mendukung, dan berjuang bersama peneliti untuk terus bertahan.
11. Agung, Fadil, Fahad, Anggit, Awan, Fajaruddin, Febri, Putra, Ryan, Surya, Yohanes sebagai sahabat yang selalu menemani peneliti di susah maupun senang dari SMA hingga saat ini.
12. Aldino, Androni, Felix, John, Cristo, Vincent, Samuel, Fath selaku teman yang selalu memberi kenangan baik dalam bangku perkuliahan.
13. Ibu Melissa Retno Kusumaningtyas, yang telah membagikan ilmu dan pengalaman dalam bidang ahlinya serta ketersediaannya dalam wawancara dengan peneliti.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala dukungan dan bantuan yang diberikan. Peneliti berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Hubungan Internasional, dan menjadi referensi yang bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Dengan kerendahan hati, peneliti mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan, dukungan, dan doa yang telah diberikan. Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan rahmat dan berkatnya kepada kita semua.

Jakarta, 12 Juni 2025

Wayan Andreano



DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	ii
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iii
PERSETUJUAN TIM PENGUJI RUGAS AKHIR	iv
PERSETUJUAN PERBAIKAN TUGAS AKHIR SKRIPSI	v
PERNYATAAN DAN PERSUTUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR BAGAN	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	8
1.4.1 Manfaat Akademis	8
1.4.2 Manfaat Praktis	8
1.5 Sistematika Penulisan	9
BAB II.....	11
KAJIAN PUSTAKA DAN METODE PENELITIAN	11
2.1 Tinjauan Pustaka.....	11
2.2 Kerangka Konseptual.....	27
2.2.1 Konsep Lingkungan Luar Angkasa	28
2.2.2 Konsep Sampah Luar Angkasa	31

2.2.3 Konsep UNCOPUOS.....	33
2.3 Kerangka Alur Pemikiran	36
2.4 Hipotesis	38
2.5 Metode Penelitian	38
2.5.1 Ruang Lingkup Penelitian.....	40
2.5.2 Jenis dan Tipe Penelitian.....	41
2.5.3 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	43
2.5.4 Teknik Validasi Data	47
2.5.5 Teknik Analisis Data	53
BAB III	56
GAMBARAN UMUM PERKEMBANGAN SAMPAH LUAR ANGKASA , SPACEX DAN UNCOPUOS TAHUN 2019- 2024.....	56
3.1. Tinjauan Historis Perkembangan Sampah Luar Angkasa.....	56
3.1.1. Perkembangan Masalah Sampah Luar Angkasa	58
3.1.2. Dampak Sampah Luar Angkasa Terhadap Lingkungan Luar Angkasa	63
3.2. Profil SpaceX dalam Industri Luar angkasa.....	68
3.2.1. Latar Belakang SpaceX	71
3.2.2. Kepentingan SpaceX Dalam Industri Luar angkasa	73
3.2.3. Proyek dan Misi Starlink SpaceX Di Luar Angkasa.....	76
3.3. Profil UNCOPUOS dan Tata Kelola Luar angkasa.....	80
3.3.1. Latar Belakang UNCOPUOS.....	81
3.3.2. Tujuan UNCOPUOS.....	84
3.3.3. Regulasi UNCOPUOS Dalam Tata Kelola Luar Angkasa	87
3.3.4 Proses Adopsi Pedoman UNCOPUOS oleh Amerika Serikat	92
3.3.5 Kepentingan SpaceX Dalam Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS	97
BAB IV	100
Upaya SpaceX Dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Melalui Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS 2019-2024.....	100
4.1. Pengimplementasian Pedoman UNCOPUOS Oleh SpaceX Dalam Misi Starlink	100
4.2. Upaya SpaceX Dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Tahun 2019-2024	111
4.2.1. Penerapan Sistem <i>De-orbit</i> yang Terkontrol.....	112
4.2.2. Penggunaan Desain Satelit yang Meminimalkan Risiko Terciptanya <i>Debris</i> Baru	118

4.2.3. Sistem Manajemen Lalu Lintas Orbital dan Prosedur Penghindaran Tabrakan Otomatis.....	125
4.3. Capaian Upaya SpaceX dalam Mitigasi Sampah Luar Angkasa Tahun 2019-2024	135
4.4 Tantangan SpaceX Dalam Upaya Mitigasi Sampah Luar Angkasa Tahun 2019-2024	141
BAB V.....	145
PENUTUP.....	145
5.1. Kesimpulan	145
5.2. Saran	148
DAFTAR PUSTAKA	152
Buku	152
Jurnal	152
Report.....	154
Website.....	155
LAMPIRAN I	163
LAMPIRAN II	164
LAMPIRAN III.....	166
LAMPIRAN IV.....	169

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Count Evolution by Object Type	57
Gambar 3. 2 Sampah Luar Angkasa	58
Gambar 4. 1 Design Starlink V1 dan V2 Mini	122
Gambar 4. 2 Mekanisme Ducking	128
Gambar 4. 3 Fairing Roket.....	136



DAFTAR BAGAN

Bagan 2 1 Alur Pemikiran.....	36
-------------------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Tinjauan Pustaka	20
Tabel 2. 2 Sumber dan Teknik Pengumpulan Data.....	45
Tabel 4. 1 Implementasi Guidelines	111



DAFTAR SINGKATAN



ADR	Active Debris Removal
API	Application Programming Interface.
CARA	Conjunction Assessment and Risk Analysis
CDM	Conjunction Data Messages
COLA	Collision On Launch Avoidance/Assessment
CRADA	Cooperative Research and Development Agreement
CSpOC	Combined Space Operations Center
DAS	Debris Assessment Software
ESA	European Space Agency
FAA	Federal Aviation Administration
FCC	Federal Communications Commission
GEO	Geosynchronous Earth Orbit
GPS	Global Positioning System
IADC	Inter-Agency Space Debris Coordination Committee
ISRO	Indian Space Research Organisation
ISS	International Space Station
ITU	Telecommunication Union
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
LEO	Low Earth Orbit
ODSMP	Orbital Debris Mitigation Standard Practices
SAA	Space Act Agreement

SDGs	Sustainable Development Goals
SSN	Space Surveillance Network
STM	Space Traffic Management
UNOOSA	United Nations Office for Outer Space Affairs
UNCOPUOS	United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space



ABSTRAK

SpaceX, sebagai perusahaan antariksa terkemuka, menghadapi masalah pengelolaan sampah antariksa akibat konstelasi satelit Starlink. Meningkatnya jumlah objek buatan di orbit Bumi selama periode 2019–2024, yang secara drastis memperbesar risiko tabrakan di luar angkasa dan mengancam keberlanjutan aktivitas antariksa jangka panjang bagi seluruh komunitas internasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis upaya mitigasi SpaceX berdasarkan pedoman UNCOPUOS periode 2019-2024, dengan menggunakan konsep Lingkungan Luar Angkasa, konsep Sampah Luar Angkasa, dan konsep UNCOPUOS dan menggunakan metode kualitatif dengan jenis penelitian studi kasus dan penggunaan data dari wawancara dan studi pustaka. Hasil penelitian menunjukkan upaya SpaceX meliputi sistem deorbit terkontrol, desain satelit minim resiko debris baru, serta sistem pemantauan dan pencegahan tabrakan canggih termasuk manajemen lalu lintas orbital dan penghindaran tabrakan otomatis. SpaceX telah menginternalisasi enam pedoman utama UNCOPUOS dengan capaian signifikan seperti tingkat keberhasilan de-orbit 95% (>760 satelit), sistem penghindaran tabrakan otomatis (>129.000 manuver/tahun), dan material dengan tingkat demisability hampir sempurna. Namun, terdapat tantangan seperti kompleksitas pengelolaan mega-konstelasi, ketidakpastian reentry, keterbatasan pelacakan debris kecil, dan ketiadaan kerangka hukum internasional mengikat terkait manajemen lalu lintas orbit (STM). Kepatuhan SpaceX terhadap pedoman UNCOPUOS mencerminkan komitmennya terhadap norma internasional di bidang lingkungan, khususnya dalam menjaga keberlanjutan luar angkasa melalui pengelolaan sampah antariksa yang bertanggung jawab.

Kata kunci: Mitigasi, SpaceX, Sampah Luar Angkasa, Starlink, UNCOPUOS

ABSTRACT

SpaceX, as a leading space company, faces the challenge of managing space debris resulting from its Starlink satellite constellation. The increasing number of human-made objects in Earth's orbit during the 2019–2024 periode has significantly heightened the risk of collisions in space and threatens the long-term sustainability of outer space activities for the international community. This study aims to analyze SpaceX's mitigation efforts based on the UNCOPUOS guidelines from 2019 to 2024, using the concepts of space environment, space debris, and UNCOPUOS norms. A qualitative case study approach is employed, utilizing data from interviews and literature reviews. The findings show that SpaceX's mitigation efforts include controlled deorbit systems, satellite designs that minimize the risk of new debris, and advanced monitoring and collision avoidance technologies, including orbital traffic management and autonomous collision avoidance systems. SpaceX has internalized six key UNCOPUOS guidelines with significant achievements, such as a 95% deorbit success rate (over 760 satellites), over 129,000 automated collision avoidance maneuvers per year, and satellite materials with near-total demisability. However, challenges remain, including the complexity of managing a mega-constellation, uncertainties in reentry processes, limitations in tracking small debris, and the absence of a binding international legal framework for Space Traffic Management (STM). SpaceX's compliance with UNCOPUOS guidelines reflects its commitment to international environmental norms, particularly in ensuring the sustainability of outer space through responsible space debris management.

Keywords: Mitigation, SpaceX, Space Debris, Starlink, UNCOPUOS