BITRA Indonesia
THE ACTIVATOR FOR RURAL PROGRESS

YAPPIKA

TRANSFORMASI RUANG & HAK:

REFLEKSI SOSIAL EKSPLORASI PANAS BUMI DI KABUPATEN TAPANULI UTARA

LAPORAN RISET AKSI PARTISIPATIF 2026



BITRA Indonesia
THE ACTIVATOR FOR RURAL PROGRESS

YAPPIKA

TRANSFORMASI RUANG & HAK:

REFLEKSI SOSIAL EKSPLORASI PANAS BUMI DI KABUPATEN TAPANULI UTARA

LAPORAN RISET AKSI PARTISIPATIF
2026

Tim Solidaritas Tapanuli Utara
YAPPIKA

ACKNOWLEDGEMENT

TRANSFORMASI RUANG & HAK: REFLEKSI SOSIAL EKSPLORASI PANAS BUMI DI KABUPATEN TAPANULI UTARA 2026

Laporan Riset Aksi Partisipatif atas Dampak Sosial-Ekologis dan Tantangan Keadilan di Desa Lingkar PLTP Tapanul Utara

Tim Penyusun:

Tim Solidaritas 6 Desa di Kecamatan Pahae Jae & Pahae Julu

Quardi Azzam

Abdul Halim Sembiring

Hardiyanto

Ifziwarti

Rokhmad Munawir

Fatwa Fadillah

YAYASAN PENGUATAN PARTISIPASI, INISIATIF, DAN KEMITRAAN MASYARAKAT INDONESIA (YAPPIKA)

Kompleks Ruko YAMAHA, Jl. Jend. Basuki Rachmat No.7, RT. 6/RW. 10 Cipinang Besar Selatan, Kecamatan Jatinegara, Kota Jakarta Timur Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13410

Telepon: (021) 21018030

E-mail: office@yappika-actionaid.or.id

Website: www.yappika-actionaid.or.id

SOLIDARITAS TAPANULI UTARA

2026

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL vi
DAFTAR GAMBAR vii
AKRONIM ix
RINGKASAN EKSEKUTIF x
KATA PENGANTAR xii

BAGIAN I. **KONTRADIKSI ANTARA STATUS PROYEK TRANSISI ENERGI DAN REALITAS RUANG HIDUP WARGA** **14**
1.1. Latar Belakang 14
1.2. Tujuan Riset Aksi 19
1.3. Metodologi & Kerangka Analisis 20
1.4. Tim Penyusun, Pelibatan Satekholder, Ruang Lingkup Peran 21
1.5. Pertanyaan Penelitian 23
1.6. Cakupan Wilayah Penelitian 23

BAGIAN II. **GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN PROFIL PT. SOL** **28**
2.1. Ruang Lingkup Operasi PT. SOL di Wilayah Terdampak 28
2.2. Dinamika Sosio-Ekonomi Tapanuli Utara 33

BAGIAN III. TRANSFORMASI SOSIAL DAN EKONOMI KOMUNITAS AKIBAT EKSPLORASI PANAS BUMI DI KABUPATEN TAPANULI UTARA 40
3.1. Pergeseran Struktur Sosial: Retaknya Fondasi Komunal (Bom Waktu Desa) 40
3.2. De-agrarisasi dan Hilangnya Otonomi Ekonomi 42
3.3. Marginalisasi di Rumah Sendiri: Persepsi dan Ekspektasi yang Pupus 44

BAGIAN IV. **DEGRADASI LINGKUNGAN, KRISIS HIDROLOGI, DAN ANCAMAN KESELAMATAN RUANG HIDUP WARGA** **46**
4.1. Hak atas Lingkungan dan Air: Krisis Sumber Daya Air dan Sanitasi 46
4.2. Hak atas Keamanan dan Kesehatan: Polusi Suara, Getaran, dan Bau Belerang 51
4.3. Risiko Bencana Geologis, Perubahan Cuaca & Suhu Mikro Lokal 54
4.4. Kerentanan Terstruktur dan Ketiadaan Kesiapsiagaan Bencana 56
4.5. Dampak Sosial-Ekonomi dan Pemenuhan Hak Dasar 58

BAGIAN V. **MINIMNYA KONTRIBUSI PADA PEMENUHAN HAK DASAR** **62**
5.1. Ketenagakerjaan: Ketimpangan Rekrutmen Lokal vs Luar 62
5.2. Penguatan Layanan Publik: Defisit Infrastruktur Sosial 64
5.3. Dukungan Fiskal Kabupaten dan Desa: Melacak Akuntabilitas Perbup No. 35/2021 67

BAGIAN VI. **KESIMPULAN DAN REKOMENDASI** **70**
6.1. Kesimpulan 70
6.2. Rekomendasi 71

DAFTAR PUSTAKA 74

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kluster Wilayah Penelitian dan Ring Terdampak 25

Tabel 1.2. Karakteristik Responden 26

Tabel 2.1. Tiga pilar utama Program Intervensi Sosial-Ekonomi-CSR PT. SOL
(Sumber: Company Profile Sarulla Operation Ltd) 30

Tabel 4.1. Perubahan Spasial Hidrologi & Sanitasi Dusun 1-3 Desa Silangkitang 50

Tabel 4.2. Triangulasi Dampak Populasi Fisik dan Kesehatan Masyarakat Silangkitang/ Sumber: Diolah dari PT. Sarulla Operations Ltd (2009), hlm: 8-12; Iswan Kaputra & Berliana Siregar (2026), hlm. 21-24, 32-34. 53

Tabel 4.3. Dampak Sosial-Ekonomi dan Pemenuhan Hak Dasar/ Sumber: Sintesis temuan survey Riset Aksi Partisipatori (PAR), hasil analisis indicator Risiko Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks (PACDR-PRA), serta rencana aksi mitigasi komunitas. 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Peta Lokasi Riset Aksi Partisipatif Kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu Kabupaten Tapanuli Utara	24
Gambar 2	Peta Lokasi Proyek Pengembangan Lapangan Panas Bumi dan Pembangunan PLTP Sarulla	27
Gambar 3	Area perbatasan Kawasan Objek Vital Nasional PLTP Sarulla Operations Ltd. di sekitar permukiman warga	29
Gambar 4	Pipa distribusi uap geothermal melintasi lahan pertanian dan permukiman warga	32
Gambar 5	Hasil analisis laboratorium air sungai: parameter fisika, kimia, dan biologi	48
Gambar 6	Peta Desa/Sketsa Bahaya Kelompok Laki-laki (Laporan PACDR Silangkitang/Bitra)	56
Gambar 7	Perbandingan DBH Panas Bumi antardaerah penghasil berdasarkan WKP, 2021–2026	68

AKRONIM

ADB	Asian Development Bank
AMDAL	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan
AMAN	Aliansi Masyarakat Adat Nusantara
APBDes	Anggaran Pendapatan dan Belanja Desa
APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
BHL	Buruh Harian Lepas
BITRA	Bina Keterampilan Pedesaan Indonesia
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal
BLK	Balai Latihan Kerja
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
BRWA	Badan Registrasi Wilayah Adat
COD	Commercial Operation Date
CSR	Corporate Social Responsibility
DAS	Daerah Aliran Sungai
DBH	Dana Bagi Hasil
DLH	Dinas Lingkungan Hidup
DRR	Disaster Risk Reduction/ Pengurangan Risiko Bencana
ESC	Energy Sales Contract
ESDM	Energi dan Sumber Daya Mineral
EWS	Early Warning System/ Sistem Peringatan Dini
FGD	Focus Group Discussion
FPIC	Free, Prior, and Informed Consent
GCCU	Geothermal Combined Cycle Unit
H2S	Hidrogen Sulfida
HAM	Hak Asasi Manusia
HKPD	Hubungan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah
HSE	Health, Safety, and Environment
IPP	Independent Power Producer
IP	Indeks Pencemaran
ISPA	Infeksi Saluran Pernapasan Akut
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JOC	Joint Operating Contract
KK	Kepala Keluarga
LADN	Lembaga Adat Dalihan Natolu
MCK	Mandi, Cuci, Kakus
MPN	Most Probable Number

MSF	Multi-Stakeholder Forum
MW	Megawatt
NIL	Namora I Langit
NJOP	Nilai Jual Objek Pajak
NOI	Net Operating Income
OMS	Organisasi Masyarakat Sipil
PACDR	Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks
PAR	Participatory Action Research (Riset Aksi Partisipatori)
PGE	Pertamina Geothermal Energy
PGL	Pembangkit Geotermal Lengkap / Listrik
PLN	Perusahaan Listrik Negar
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
PNBP	Penerimaan Negara Bukan Pajak
Pokja	Kelompok Kerja
PPA	Power Purchase Agreement
PP	Peraturan Pemerintah
PRA	Participatory Rural Appraisal
PSN	Proyek Strategis Nasional
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
RKL-RPL	Rencana Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Rencana Pemantauan Lingkungan Hidup
SAGS	Steam Field and Steam Above Ground Surface
SBP	Setoran Bagian Pemerintah
SD	Sekolah Dasar
SIL	Silangkitang
SOL	Sarulla Operations Ltd
SUTT	Saluran Udara Tegangan Tinggi
TNI	Tentara Nasional Indonesia
TRIP	Unplanned Shutdown / Emergency Trip (Kondisi Pelepasan Tekanan Uap Darurat)
UMKM	Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah
UNSG	Unocal North Sumatra Geothermal
UU	Undang-Undang
WKP	Wilayah Kerja Panas Bumi
YAPPIKA	Yayasan Penguatan Partisipasi, Inisiatif, dan Kemitraan Masyarakat Indonesia

RINGKASAN EKSEKUTIF

Di tingkat kebijakan makro, proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla yang dikelola PT Sarulla Operations Ltd (SOL) berkapasitas 330 MW dipromosikan sebagai simbol transisi energi bersih dan ramah lingkungan di bawah payung Proyek Strategis Nasional (PSN). Namun, riset aksi partisipatori (*Participatory Action Research*/PAR) yang difasilitasi oleh Yayasan BITRA Indonesia bersama warga Desa Silangkitang menyingkap paradoks tajam di tingkat tapak, di mana akumulasi nilai ekonomi industri geothermal berjalan beriringan dengan perampatan risiko ekologis, sosial, dan ekonomi kepada masyarakat lokal. Dalam praktiknya, status PSN justru sering bertindak sebagai perisai korporasi yang membungkam daya kritis warga dan mengabaikan pemenuhan hak-hak dasar.

Krisis ruang hidup ini mewujud secara nyata melalui penurunan daya dukung lingkungan dan kerusakan sistemaris pada sektor pertanian lokal. Aktivitas pengeboran geothermal serta intervensi akuifer telah menyebabkan penurunan debit pada tiga titik mata air utama desa dan memicu kemerosotan kualitas air bersih domestik hingga 65% warga. Menyusutnya pasokan air irigasi dari Sungai Aek Hapesong berujung pada gagal panen padi massal sebesar 80% pada tahun 2025 di 25 titik persawahan, yang memaksa petani beralih secara terpaksa ke tanaman jagung. Akibatnya, luas persawahan aktif merosot drastis dari sebelumnya lebih dari 200 hektar menjadi sekitar 100 hektar. Krisis ini diperparah oleh perubahan suhu mikro industri dan paparan uap yang memicu kematian massal pada pohon durian dan petai, serta merusak produktivitas hutan kemenyan (*haminjon*) yang selama ini menjadi pilar ekonomi antargenerasi masyarakat Tapanuli Utara.

Di sisi lain, operasional turbin yang berlangsung nonstop selama 24 jam dalam jarak hanya sekitar 500 meter dari pemukiman telah memunculkan polusi fisik dan ancaman keselamatan harian. Paparan ini berkorelasi langsung dengan lonjakan 20% kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), iritasi kulit, dan gangguan tidur kronis di kalangan warga. Ketiadaan *Early Warning System* (EWS) otomatis membuat kondisi pelepasan tekanan uap darurat (*TRIP*) yang disertai dentuman keras sering memicu trauma akustik dan kepanikan, terutama bagi murid-murid di gedung Sekolah Dasar yang berada tepat di lintasan jalur pipa SAGS sepanjang 1 kilometer. Selain itu, aktivitas pemotongan lereng bukit (*slope cutting*) tanpa penguatan struktural yang memadai telah melahirkan lima titik rawan longsor baru di sepanjang rute pipa dan jalan utama, yang secara langsung menyerahkan seluruh beban risiko geologis (*risk transference*) kepada komunitas lokal.

Tatanan sosial-ekonomi warga kian terimpit oleh ketimpangan distribusi manfaat dan pengingkaran komitmen korporasi. Janji pendirian Balai Latihan Kerja (BLK) untuk membekali pemuda lokal tidak pernah terealisasi, sementara perusahaan menerapkan syarat rekrutmen yang sangat kaku seperti kualifikasi pengalaman kerja minimal 5 tahun. Dampaknya, penyerapan tenaga kerja lokal sangat minim, di mana hanya dua warga desa yang terserap sebagai karyawan tetap dan 15 orang sebagai Buruh Harian Lepas (BHL) tanpa kepastian kontrak. Ketimpangan rekrutmen berbasis "orang dalam" serta asimetri informasi ganti rugi tanah memicu kecemburuan sosial pada 84,21% warga. Ketegangan horizontal ini perlahan menggerus tradisi gotong royong Batak (*marsiadapari*) dan mengubah tata kelola pertanian komunal menjadi hubungan kerja pengupahan harian yang mahal.

Secara fiskal, daerah penghasil juga tidak menerima kompensasi yang adil akibat ketimpangan regulasi. Karena WKP Sarulla beroperasi di bawah rejim lama (pra-2003) berbasis *Net Operating Income* (NOI), penerimaan Dana Bagi Hasil (DBH) bagi Kabupaten Tapanuli Utara sangat minim dan hanya bernilai rata-rata Rp133,62 juta per tahun. Meskipun terdapat instrumen Bonus Produksi PT SOL yang terakumulasi mencapai puluhan miliar rupiah, penyalurannya berdasarkan Perbup Taput No. 35/2021 tidak transparan hingga ke APBDes. Pengalokasian dana ini justru didominasi oleh pembangunan fisik umum skala kabupaten, alih-alih diprioritaskan minimal 50% sesuai mandat Permendagri No. 14/2025 untuk pemulihan hak dasar seperti sarana air bersih, layanan kesehatan, dan ganti rugi pertanian bagi warga di wilayah ring-1.

Untuk menghentikan akumulasi dampak ekologis dan sosial ini, riset aksi merekomendasikan langkah-langkah strategis bagi para pemangku kepentingan. Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara perlu segera mengamandemen Perbup No. 35/2021 agar alokasi Bonus Produksi dialokasikan secara transparan (*direct tagging*) untuk pemulihan hak dasar, mengesahkan peta kerentanan warga (PACDR-PRA) dalam evaluasi AMDAL, serta membentuk Tim Pengawas Lingkungan Independen. Di tingkat pusat, Kementerian ESDM dan BKPM wajib mengevaluasi status PSN agar tidak menjadi instrumen impunitas korporasi, menerapkan prinsip *Free, Prior, and Informed Consent* (FPIC) secara mandatori, dan merevisi skema DBH Panas Bumi rezim lama. Sementara itu, PT Sarulla Operations Ltd (SOL) didesak untuk mentransformasi CSR menjadi *Livelihood Restoration Plan*, memasang sirine EWS otomatis untuk gas H_2S dan dentuman *TRIP,* membangun peredam teknis di dekat fasilitas sekolah, menghapus kualifikasi rekrutmen yang diskriminatif, dan membiayai penuh perluasan jaringan air bersih komunal. Terakhir, masyarakat bersama Yayasan BITRA Indonesia perlu terus memperkuat kapasitas peneliti mandiri, mengawal registrasi hutan ulayat (*wokof*) ke BRWA, dan menggalang jaringan advokasi hingga ke tingkat donor internasional. ●

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya laporan riset aksi komunitas di wilayah Perusahaan Panas Bumi Kabupaten Tapanuli Utara, dapat diselesaikan secara lengkap, baik dan berisi. Laporan kajian ini merupakan hasil analisis bersama dari berbagai metode riset aksi di kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu, wilayah Kelola panas bumi PT Sarulla Ltd. Dalam prosesnya metode yang digunakan adalah wawancara mendalam, analisis riset aksi *Partisipation Action Recearh* (PAR) di wilayah sekitar Panas Bumi PT Sarulla, Analisis hasil kajian riset *Partisipation Assesment of Climate Disaster Risks* (PACRD) khusus di desa Silangkitang, Survey di Pahae Julu, pengamatan lapangan dan analisi studi Pustaka dari berbagai sumber.

Kajian dalam riset ini dilaksanakan dengan pola berbeda dari kajian-kajian sebelumnya khususnya dalam memotret hak dasar warga. Pendekatan yang kami lakukan adalah pendekatan partisipatif subtantif, dimana menempatkan posisi masyarakat sebagai bagian dari peneliti yang mampu mengutarakan temuan-temuan kesehariannya khususnya dalam memotret hak dasar warga selama berkehidupan di wilayah PT Sarulla. Potret hak dasar ini didalami melalui diskusi kelompok mendalam dalam bentuk FGD dan workshop. Tentunya pola dan pendekatan yang kami lakukan ini tidak hanya menghasilkan data, tetapi juga mendorong lahirnya kesadaran kritis secara kolektif untuk mengakses terpenuhinya hak dasar sebagaimana ditemukan dalam riset aksi ini. Laporan ini juga tidak sekadar menjadi dokumen penelitian, tetapi landasan kuat untuk menyuarakan dan mendorong perubahan struktural khususny tata Kelola pemenuhan hak dasar warga di wilayah Kelola panas bumi.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam proses kajian ini. Terutama kepada warga di kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu dengan penuh ramah dan terbuka serta telah berkenan menyiapkan waktu dalam merumuskan laporan ini secara baik. Apresiasi kami juga sampaikan kepada penulis yang telah mengkolecting data laporan ini, sehingga dapat disatukan dalam narasi yang memiliki kekuatan penyampaian pesan berbasis pada metodologi secara ilmiah. Tidak lupa, kami mengucapkan terima kasih kepada lembaga-lembaga yang mendampingi yakni Bitra Indonesia dan juga YAPPIKA, jejaring masyarakat sipil, akademisi, serta Pemerintah Daerah, Pemerintah Kecamatan dan Pemerintahan Desa yang telah memberikan dukungan teknis dan moral dalam pelaksanaan kajian ini.

Kami sangat sadar bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan dalam menyajikan bentangan masalah hak-hak dasar yang diawali warga, baik dari sisi cakupan temuan dan materi maupun kedalaman analisis berbasis pada metodologi. Akan tetapi, kami sangat berharap dokumen ini dapat menjadi pemantik, pijakan dan pendorong awal bagi Pemerintah Daerah, Pemerintahan Desa, Perusahaan, Media, Lembaga Swadaya Masyarakat, Akademisi dan mitra maupun jejaring pembangunan yang lainnya dalam merumuskan kebijakan serta program yang berpihak pada masyarakat lokal wilayah Kelola panas bumi. Pun juga dapat menjadi referensi bagi kajian riset aksi selanjutnya, serta menjadi pembelajaran bagi wilayah lain yang memiliki Perusahaan panas bumi sebagaimana dalam laporan ini.

Semoga laporan ini memberikan manfaat, dasar, serta pemantik dalam memperkuat dan memperkokoh terpenuhinya hak-hak warga, serta keberlasungan bisnis yang ramah terhadap hak asasi manusia. Dan menjadi pembelajaran yang berharga bagi keberlangsungan Perusahaan panas bumi lainnya dalam mencapai masa depan yang lebih adil, inklusif, dan berkelanjutan.

Jakarta, Agustus 2026

YAPPIKA

BAGIAN I

Kontradiksi Antara Status Proyek Transisi Energi dan Realitas Ruang Hidup Warga

1.1 Latar Belakang

Komitmen Indonesia dalam mengakselerasi transisi energi menuju keberlanjutan iklim telah ditempatkan sebagai agenda prioritas nasional. Melalui ratifikasi Perjanjian Paris dan penetapan target *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC), pemerintah menargetkan penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% secara mandiri dan hingga 43,20% dengan dukungan internasional pada tahun 2030. Dalam cetak biru ini, pemanfaatan energi panas bumi (*geothermal*) diposisikan sebagai pilar utama energi terbarukan beban dasar. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla berkapasitas 330 MW—yang dikelola oleh PT Sarulla Operations Ltd (SOL)—ditetapkan sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN) untuk menopang kebutuhan listrik interkoneksi Sumatra.

Namun, di tingkat tapak, akselerasi proyek berskala raksasa ini menyisakan jurang pemisah (*gap*) yang lebar antara klaim pembangunan bersih nasional dan realitas ekologis-sosial yang dihadapi komunitas lokal di Kabupaten Tapanuli Utara. Ekstraksi geothermal yang berlangsung bersisian langsung dengan ruang hidup warga pedesaan di Lembah Pahae memicu dampak akumulatif berupa krisis air, degradasi lahan pertanian komunal, hingga tekanan kesehatan. Kontradiksi struktural inilah yang melandasi pentingnya melakukan evaluasi berbasis lapangan secara partisipatif.

Matahari baru saja terbit di atas bentang alam Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara. Dari kejauhan, kepulan uap putih membubung begitu megah dan perkasa ke langit supel, menyembur dari menara-menara pendingin dan jaringan pipa besi raksasa milik PT. Sarulla Operations Ltd (SOL). Di atas meja-meja birokrasi kementerian di Jakarta, uap putih tersebut adalah sebuah retorika bagi cetak biru masa depan energi nasional, sebuah simbol mutakhir dari transisi energi baru terbarukan di bawah payung hukum Proyek Strategis Nasional (PSN) yang diklaim bersih, ramah

lingkungan, dan nihil karbon.[1] Namun, tepat di bawah bayang-bayang kepulan uap yang sama, setapak tanah di Desa Silangkitang menyuguhkan sepotong realitas yang sama sekali paradoks, sunyi, dan penuh kepedihan.

HS (44) menatap petak sawahnya di Dusun 1, Desa Silangkitang. Di siang hari yang terik, hawa panas membumbung bersama kepulan asap dari area operasional pembangkit listrik panas bumi PT. SOL. Sesekali, samar-samar tercium aroma menyengat seperti gas atau belerang—terutama saat hujan turun atau ketika pihak perusahaan sedang melakukan pembersihan sumur (*well washing*). Bagi HS dan warga setempat, aroma tersebut kini menjadi bagian dari perubahan suasana desa yang mereka rasakan beberapa tahun terakhir.

> ***"Waktu saya baru datang ke Silangkitang tahun 2006 mengikuti suami, udara di sini masih sangat dingin. Kalau tidur malam harus pakai selimut tebal, dan kalau berbicara keluar uap dari mulut. Bahkan saat musim kemarau, warga biasanya hanya mandi sekali sehari karena airnya dingin sekali," tutur HS. "Namun sejak operasional PT. SOL berjalan dan asap mulai keluar sekitar tahun 2017, suhu udara terasa perlahan membara. Sekarang, warga rata-rata mandi dua hingga tiga kali sehari untuk mengurangi rasa sumuk, termasuk di malam hari."***

Perubahan terasa pula pada ketersediaan air dan pola bertani. Sungai Aek Hapesong yang selama ini menjadi sumber irigasi untuk Desa Silangkitang dan Sigurung-gurung mengalami penurunan debit air. Ketika curah hujan berkurang sedikit saja dalam sepekan, ancaman kekeringan mengintai lahan pertanian. Parit-parit di pinggir jalan utama desa yang dulu digelontori air jernih untuk kebutuhan harian kini kerap mengering.

Kondisi debit air yang tak menentu membuat tanaman padi rentan gagal panen. Untuk meminimalkan kerugian, HS dan sejumlah petani sawah mengalihkan sebagian lahannya untuk menanam jagung yang dianggap lebih tahan terhadap

1 Status PSN untuk proyek panas bumi Sarulla (PLTP Sarulla 3x110 MW) secara berkala terdaftar dalam lampiran Peraturan Presiden mengenai PSN dari fase awal hingga pemutakhiran terbarunya yaitu: Perpres Nomor 3 Tahun 2016 jo. Perpres Nomor 58 Tahun 2017 jo. Perpres Nomor 56 Tahun 2018 dan Perpres 109 Tahun 2020 (Perubahan Ketiga tas Perpres No. 30/2016). Dalam lampiran Perpres tersebut, proyek ini masuk dalam kelompok Sektor EBT (Energi Baru Terbarukan/ Infrastruktur Energi berupa Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) strategis yang ditargetkan untuk memperkuat keandalan Listrik di wilayah Sumatera. Selain itu, operasional dan pengembangan Sarulla dibawah kontrak Joint Operating Contract (JOC) dengan PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE) juga merujuk pada Perpres Nomor 4 Tahun 2016 jo. Perpres Nomor 14 Tahun 2017 tentang Percepatan Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan. Kebijakan ini menjadi basis pendorong bagi proyek pembanngkit Listrik berkapasitas besar (bagian dari program 35.000 MW dan FTP tahap II) agar mendapatkan kemudahan perizinan, tata ruang, serta penyelesaian masalah pada Tingkat tapak karena statusnya yang krusial bagi ketahanan energi nasional.

keterbatasan air.[2] Sementara untuk kebutuhan air minum keluarga, HS rutin membawa jeriken 10 liter ke mata air Simena Henak dua kali seminggu. Untuk kebutuhan mencuci dan MCK, warga memanfaatkan jaringan selang swadaya hingga 150 meter atau mengandalkan bak penampungan air sungai yang dibangun pemerintah. [3]

Tantangan lain yang mengganggu kenyamanan warga adalah Polusi suara. Suara kebisingan mesin serta bunyi ledakan yang oleh pekerja disebut sebagai kondisi *TRIP* sering terdengar tanpa adanya pemberitahuan resmi terlebih dahulu.[4] Setelah suara keras tersebut, kerap muncul asap tebal yang membawa material debu halus ke permukiman warga di Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura.

> ***"Kalau suara ledakan atau mesin tiba-tiba terdengar nyaring, kami yang tinggal paling dekat tentu merasa waswas dan khawatir akan keselamatan permukiman kami," ujar HS.***

Sebelum raksasa industri panas bumi itu menancapkan pasak-pasak besinya, bentang alam Pahae Jae dan Pahae Julu adalah episentrum agraris yang mandiri dan makmur. Tegakan pohon-pohon durian yang rimbun, rimbunnya pohon petai, dan pohon kemenyan (*haminjon*) yang wangi bukan sekadar komoditas bernilai ekonomi di pasar lokal; mereka adalah lembar-lembar sejarah keluarga, tanah ulayat, dan jangkar spiritualitas yang diwariskan turun-temurun. Sistem sosial diikat erat oleh tradisi gotong royong yang organik. Ketika saluran irigasi sawah tradisional tersumbat atau rusak, warga akan turun bersama ke sungai, bahu-membahu memperbaiki pintu air tanpa hitungan transaksional.

Kini, gemuruh konstan dari turbin geothermal membuyarkan kedamaian itu malam demi malam. Dokumen AMDAL SOL sejatinya telah memprediksi bahwa operasional proyek akan memicu dampak penting berupa kebisingan yang konstan serta risiko paparan gas H_2S (hidrogen sulfida). Bahkan, dokumen tersebut secara eksplisit mengakui adanya risiko dampak terhadap masyarakat

2 Peralihan dari budidaya padi ke jagung merupakan bentuk adaptasi bertahan hidup yang dilakukan HS dan petani Dusun 1 akibat berkurangnya debit air irigasi Sungai Aek Hapesong. Produksi padi HS yang sebelumnya mencapai 50 kaleng per musim panen (setara 650 kg dengan estimasi nilai beras Rp230.000/kaleng) kini terlalu berisiko gagal panen akibat kekeringan. Menanam jagung menjadi pilihan kompromi dengan pendapatan sekitar Rp2.000.000 per tiga bulan (harga jual Rp5.000/kg) untuk menjaga kepastian rantai pasok pangan keluarga.

3 Beban Ganda Akses Air Bersih: Meskipun tidak ada biaya langsung untuk membeli air minum, HS harus mengalokasikan energi ekstra dengan mengangkut jeriken kapasitas 10 liter sebanyak dua kali seminggu dari mata air Simena Henak. Sementara untuk pemenuhan air MCK, warga Dusun 1 terpaksa membangun jaringan selang pribadi hingga sepanjang 150 meter menyedot sisa air sungai, karena saluran air dan parit di pinggir jalan desa yang dulu melimpah kini telah mengering total.

4 Istilah *TRIP* mengacu pada penghentian mendadak atau anomali teknis pada sistem turbin operasional geothermal. Pihak masyarakat Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura selama ini hanya memperoleh pemahaman mengenai istilah ini melalui obrolan informal dengan petugas keamanan (*satpam*) perusahaan atau karyawan lokal, bukan melalui dokumen sosialisasi atau protokol keselamatan resmi korporasi. Kekhawatiran HS saat mendengar suara ledakan dan kebisingan mesin (*TRIP*) dipicu oleh ketiadaan sistem peringatan dini (*early warning system*) atau pemberitahuan resmi dari manajemen PT. SOL. Selama ini, informasi mengenai aktivitas teknis seperti pembersihan sumur (*well washing*) atau anomali turbin hanya didapatkan secara informal dari karyawan lokal atau satpam perusahaan.

dan makhluk hidup sekitar dinilai ”cukup tinggi”, sehingga memerlukan skema mitigasi darurat berupa pengurangan produksi sumur atau evakuasi warga jika konsentrasi gas melampaui ambang batas baku mutu kebauan.[5] Namun, di tingkat tapak, mitigasi teknokratis tersebut terasa jauh panggang dari api.

Pemagaran area konsesi secara masif dan sepihak atas nama zona keamanan objek vital nasional telah memotong akses fisik para petani ke lahan garapan mereka sendiri. Para petani tua terpaksa memutar jalan berkilo-kilometer melintasi perbukitan curam dan terjal hanya untuk sekadar menengok sisa padi mereka yang mulai mengering. Sistem hidrologi bawah tanah yang terintervensi oleh aktivitas pengeboran (***drilling***) intensif telah menyebabkan penurunan debit secara drastis pada tiga titik mata air utama desa. Ironisnya, di saat yang bersamaan, kenaikan suhu mikro industri dan perubahan mikroklimat lokal di sekitar tapak sumur memicu matinya pohon-pohon durian dan petai secara massal dan misterius—menghancurkan tabungan masa depan yang telah dirawat lintas generasi.

Di tengah kepungan infrastruktur energi modern, warga lokal teralienasi dan termarginalkan di rumah mereka sendiri. Proses sosialisasi Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) berjalan searah dan top-down, dipenuhi angka-angka teknis rumit yang mengintimidasi akal sehat warga tanpa pernah meminta persetujuan tulus yang bebas dari tekanan (*Free, Prior, and Informed Consent* / FPIC).[6] Sebanyak 70% warga tapak mengaku hanya menjadi ”penonton” yang terbungkam.[7] Status PSN yang melekat pada proyek panas bumi ini

5 Dokumen Analisis Dampak Lingkungan Hidup (ANDAL) PT Sarulla Operations Ltd (SOL) tahun 2009 merupakan dokumen penyempurnaan atas AMDAL tahun 2005 untuk mengakomodasi perubahan pemrakarsa proyek, penambahan aktivitas pemboran sumur produksi/injeksi (total 10 sumur di Silangkitang dan 25 sumur di Namora I Langit), pembangunan transmisi internal 150 kV sepanjang 15 km, serta perubahan sistem pendingin uap dan *brine* dari berbasis air menjadi berbasis udara (*air cooling system*) demi menekan dampak lingkungan. Secara sistematis, dokumen ini memetakan spektrum dampak pada seluruh tahapan proyek: dimulai dari tahap prakonstruksi berupa keresahan masyarakat akibat proses pembebasan lahan; tahap konstruksi yang memicu peningkatan kebisingan, emisi gas H_2S saat uji produksi, gangguan lalu lintas darat lintas Sumatera (Medan–Tarutung), erosi tanah akibat penyiapan lahan seluas 19 Ha, serta peluang ekonomi sekunder dari penyerapan tenaga kerja; hingga tahap operasi yang dinilai memiliki risiko dampak ”cukup tinggi” secara kontinu terhadap kesehatan makhluk hidup akibat akumulasi paparan gas H_2S, kebisingan turbin 24 jam, perubahan temperatur air, dan gejolak sosial akibat ketimpangan seleksi tenaga kerja operasional yang menuntut keahlian khusus. Sebagai instrumen mitigasi, dokumen ini menetapkan Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) yang mewajibkan penerapan teknologi *LO-CAT sulfur recovery unit* jika emisi melampaui baku mutu kebauan 0,02 ppm, pengisolasian limbah B3/lumpur bor (*water base mud*) di dalam *sump pit* kedap air, pemakaian peredam (*silencer*) serta penanaman vegetasi berkanopi lebar (bambu) untuk mereduksi kebisingan, hingga pelaksanaan program pengembangan masyarakat (*community development*) di bidang sarana pendidikan, kesehatan, dan kemitraan ekonomi lokal guna meredam konflik horizontal di desa-desa sekitar tapak proyek.

6 *Free, Prior, and Informed Consent* (FPIC) atau Persetujuan Tanpa Paksaan, Didahulukan, dan Berdasarkan Informasi Lengkap adalah hak mendasar masyarakat adat/lokal untuk menerima atau menolak setiap proyek pembangunan yang berdampak pada ruang hidup mereka. Berdasarkan *United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples* (UNDRIP, 2007) Pasal 32 serta Standar Kinerja *International Finance Corporation* (IFC Performance Standard 7), FPIC mewajibkan adanya konsultasi partisipatif yang setara, transparan, dan bebas dari intimidasi atau dominasi informasi teknis satu arah sebelum izin atau operasional proyek diterbitkan.

7 Angka 70% tersebut merupakan hasil Triangulasi Data Partisipatif melalui Kuesioner Dampak Rumah Tangga yang menangkap persepsi warga tapak proyek terkait minimnya pelibatan bermakna (*meaningful participation*) dan ketiadaan proses persetujuan tulus tanpa tekanan (*Free, Prior, and Informed Consent* / FPIC) selama proses sosialisasi AMDAL berlangsung.

kemudian bertindak bagai perisai korporasi, sebuah instrumen impunitas yang menyumbat semua saluran protes vertikal masyarakat kepada negara. Ketika warga mengeluhkan air yang tercemar, mereka dituduh anti-pembangunan dan menghambat kepentingan nasional. Kontradiksi tajam inilah yang melatari urgensi dari riset aksi ini: sebuah upaya mendokumentasikan krisis yang terjadi ketika energi bersih diproduksi dengan cara-cara yang mengotori dan menghancurkan ruang hidup manusia.

Melalui potret krisis yang multi-dimensi ini, Yayasan Bitra Indonesia hadir bersama warga bukan sebagai pengamat luar yang dingin. Riset Aksi Partisipatori (PAR) ini didasarkan pada sebuah keyakinan mendasar: bahwa pengetahuan yang paling sahih tentang sebuah ruang hidup dipegang oleh mereka yang menghirup udara di sana, menapakkan kaki di atas tanahnya, dan meminum airnya setiap hari.[8] Penelitian ini disusun dengan "meletakkan tongkat di tangan masyarakat", yang menggunakan instrumen *Participatory Analysis of Climate and Disaster Risks* (PACDR), metode *Transect Walk*, serta kalender musim, warga sendiri yang berjalan memetakan kerusakan lingkungan mereka, menghitung penurunan debit air, dan mendokumentasikan lonjakan penyakit pernapasan.[9] Data kualitatif dan kuantitatif dalam riset ini adalah suara murni dari ratusan rumah tangga yang menolak untuk terus menjadi korban dalam narasi besar pembangunan. Latar belakang ini ditulis bukan hanya untuk membeberkan kegagalan mitigasi sebuah perusahaan ekstraktif, melainkan untuk menjembatani jurang asimetri informasi yang lebar. Riset aksi ini adalah sebuah manifesto perlawanan ilmiah yang menuntut agar kesejahteraan masyarakat lokal, perlindungan hak dasar atas air yang bersih, dan kedaulatan ruang hidup diletakkan sebagai indikator utama keberhasilan pembangunan—melampaui sekadar target angka-angka megawatt produksi energi nasional. Karena transisi energi tidak akan pernah bisa dikatakan "bersih" jika ia menyisakan kotoran berupa penindasan dan kehancuran sosial di tingkat tapak.

8 Riset Aksi Partisipatori (*Participatory Action Research* / PAR) adalah Metodologi riset berbasis aksi yang mendudukkan masyarakat bukan sebagai objek eksperimen, melainkan sebagai subjek dan peneliti mandiri (*co-researcher*). PAR berfokus pada siklus refleksi kritis, pengumpulan data mandiri, serta aksi pemecahan masalah secara partisipatif.

9 Penilaian Partisipatif Risiko Iklim dan Bencana (*Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks* / PACDR): Kerangka instrumen analitis yang memfasilitasi komunitas untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menilai tingkat kerentanan ekologis, ancaman bencana alam, serta risiko tekno-industri secara mandiri.

1.2 Tujuan Riset Aksi Partisipatoris

Riset aksi ini dilaksanakan untuk menyajikan evaluasi mendasar dengan tujuan spesifik:

1. Menilai kesenjangan klaim korporasi dan realitas keadilan sosial-ekologis warga tapak.
2. Mengkaji partisipasi, tata kelola, dan akuntabilitas pemulihan hak-hak dasar masyarakat terdampak.
3. Mendokumentasikan secara ilmiah dampak hidro-ekologis, de-agrarisasi, dan kerentanan kesehatan akibat operasional PLTP.

Riset aksi ini tidak dirancang dari balik meja kerja yang jauh dari kenyataan, melainkan tumbuh langsung dari ruang hidup dan suara hati warga yang perlahan terhimpit oleh pembangunan industri panas bumi. Di tengah tarikan ketegangan antara ambisi transisi energi nasional dan pertaruhan eksistensi pertanian di lembah Pahae, studi ini menetapkan tiga arah pandang yang jelas, mendalam, dan berpihak pada pemenuhan hak masyarakat:

1. Mendokumentasikan dampak multidimensi alih fungsi lahan terhadap kedaulatan pangan dan kesehatan warga tapak secara empiris. Riset ini bertujuan menyingkap tabir kenyataan di balik klaim formal dokumen AMDAL SOL 2009 yang menyatakan konversi lahan pertanian di Namora I Langit (NIL) dan penyiapan tapak industri seluas 19 hektar hanyalah sebuah konsekuensi teknis kedap rasa. Di atas tanah yang kini berpagar kokoh, riset ini menelusuri bagaimanakah pemutusan akses fisik memicu de-agrarisasi, serta merekam dengan cermat bagaimana intervensi hidrologis bawah tanah berujung pada matinya pohon-pohon durian, petai, dan kemenyan yang menjadi tumpuan ekonomi lintas generasi. Lebih jauh lagi, dokumentasi ini menghimpun bukti berbasis data rumah tangga untuk membongkar korelasi antara operasional turbin dengan lonjakan gangguan kesehatan lingkungan, seperti Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) yang secara nyata mendera 20% populasi lokal—sebuah realitas yang kerap luput atau sengaja dikesampingkan dari laporan evaluasi berkala.
2. Memetakan kerentanan ekologis di kawasan topografi ekstrem menggunakan instrumen *Participatory Analysis of Climate and Disaster Risks* (PACDR). Dokumen AMDAL 2009 milik korporasi secara sadar mengakui bahwa proyek panas bumi ini berjalan beriringan dengan risiko kebisingan konstan 24 jam serta pelepasan gas hidrogen sulfida (H_2S) berkategori bahaya "cukup tinggi" bagi makhluk hidup disekitarnya. Menanggapi ancaman teknokratis tersebut, tujuan kedua riset ini adalah memindahkan instrumen sains ke tangan masyarakat melalui metode *citizen science*. Riset ini memetakan lima titik rawan longsor yang dipicu oleh pemotongan lereng curam tanpa penguatan struktural, serta menelusuri jejak degradasi kualitas air sungai yang merosot hingga 65% akibat penyempitan daerah aliran sungai (DAS). Melalui pemetaan PACDR, warga tidak lagi diposisikan sebagai objek pasif penilai dampak,

melainkan subjek berdaulat yang memegang peta risiko keselamatan mereka sendiri di hadapan ancaman bencana geologis harian.

Mengorganisasikan aksi kolektif untuk membangun ruang dialog yang setara dan menuntut akuntabilitas horizontal maupun vertikal. Ketika payung hukum Proyek Strategis Nasional (PSN) beralih rupa menjadi ”perisai korporasi” yang membungkam suara-suara kritis dan melabeli keluhan warga sebagai tindakan anti-pembangunan, riset aksi ini bergerak sebagai katalis gerakan sosial. Studi ini bertujuan merajut kembali fondasi komunal yang retak, menyatukan 70% warga tapak proyek yang selama ini teralienasi menjadi penonton yang terbungkam akibat asimetri informasi ganti rugi dan proses sosialisasi AMDAL yang searah. Melalui konsolidasi Forum Warga, riset ini membuka jalan bagi masyarakat untuk menuntut hak-hak dasarnya secara bermartabat, menagih transparansi pemanfaatan ”Bonus Produksi” sesuai Peraturan Bupati Tapanuli Utara No. 35 Tahun 2021 Tentang perubahan Peraturan Bupati No. 39 Tahun 2020 tentang Pemanfaatan Bonus Produksi Panas Bumi dari Sarulla Operations Ltd, serta mendesak pemangku kebijakan di tingkat daerah maupun pusat agar mengevaluasi status proyek demi keadilan iklim yang hakiki.

1.3 Metodologi & Kerangka Analisis:

Penelitian ini mengintegrasikan dua pendekatan aksi partisipatif utama:

- Riset Aksi Partisipatori (*Participatory Action Research* / PAR): Metodologi riset berbasis aksi yang mendudukkan masyarakat bukan sebagai objek eksperimen, melainkan sebagai subjek dan peneliti mandiri (*co-researcher*). PAR berfokus pada siklus refleksi kritis, pengumpulan data mandiri, serta aksi pemecahan masalah secara partisipatif.
- Penilaian Partisipatif Risiko Iklim dan Bencana (*Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks* / PACDR): Kerangka instrumen analitis yang memfasilitasi komunitas untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menilai tingkat kerentanan ekologis, ancaman bencana alam, serta risiko industri secara mandiri.

Khususnya melalui penerapan kerangka PACDR dan PAR, sebagaimana diimplementasikan dalam rangkaian pelatihan dan lokakarya bersama warga Desa Silangkitang—pendekatan ini mendalamkan analisis kerentanan struktural melalui pelibatan aktif berbagai kelompok masyarakat dengan prinsip sensitif gender (memisahkan kelompok diskusi laki-laki dan perempuan untuk menggali pengalaman subjektif yang berbeda). Metode PACDR dioperasionalkan melalui tiga instrumen utama:

1. **Peta Sketsa Bahaya *(Hazard Mapping):*** Warga secara mandiri memetakan spasial ruang hidup mereka untuk mengidentifikasi titik-titik krusial seperti penurunan debit mata air, lokasi pencemaran air, koridor lintasan pipa uap bertekanan tinggi, hingga titik-titik rawan longsor baru akibat pemotongan lereng tanpa penguatan struktural.

2. **Kalender Musim *(Seasonal Calendar):*** Instrumen untuk merekam memori kolektif petani mengenai pergeseran iklim lokal, fluktuasi suhu ekstrem, serta anomali musim hujan dan kemarau yang memicu kegagalan panen serta gagal panen dan rusaknya tanaman andalan warga (seperti pohon durian, petai, dan kemenyan).
3. **Diagram Kelembagaan & Analisis Pemangku Kepentingan *(DiagramVenn):*** Memetakan relasi kuasa, tingkat ketergantungan, serta mengevaluasi efektivitas peran berbagai pihak, mulai dari pemerintah desa, instansi daerah, hingga korporasi PT Sarulla Operations Ltd (SOL)—dalam merespons krisis warga.

Melalui perpaduan metode PAR dan PACDR ini, data yang dihasilkan tidak hanya berhenti sebagai angka statistik kuantitatif atau deskripsi kualitatif semata, melainkan menjadi bentuk penelitian bersama warga yang valid untuk merumuskan peta kerentanan warga, menyusun Rencana Aksi Komunitas, serta memperkuat posisi tawar masyarakat dalam menuntut akuntabilitas pemulihan hak-hak dasar.

1.4. Tim Penyusun, Pelibatan Stakeholder, Ruang Lingkup Peran

Riset aksi ini tidak dirancang untuk menempatkan masyarakat lokal sebagai objek penelitian yang pasif dan tak bersuara. Sebaliknya, filosofi utama dari pendekatan ini adalah ”Meletakkan Tongkat di Tangan Masyarakat”—sebuah ikhtiar sadar untuk mengembalikan pengetahuan dan data kepada warga desa di tapak proyek agar mereka mampu mendiagnosis, memetakan, dan menyuarakan sendiri krisis ruang hidup yang mereka alami sehari-hari. Pilihan metodologis ini meruntuhkan batasan kaku riset konvensional dengan membagi peran secara setara, organik, dan kolaboratif di antara para pihak yang terlibat:

1. Tim Penyusun & Penulis Utama: Laporan riset aksi ini disusun secara kolaboratif melalui pendekatan Riset Aksi Partisipatori (PAR), di mana warga desa (Desa Silangkitang, Simataniari, Lumban Jaean, Sibaganding, dan desa sekitar di Kecamatan Pahae Jae/Pahae Julu) bertindak sebagai peneliti utama dan subjek pengumpul data di tingkat tapak, yang didampingi oleh Yayasan BITRA Indonesia dan YAPPIKA sebagai fasilitator teknis dalam proses analisis dan penulisan draf laporan.
2. Posisi Pemerintah Desa dan Kabupaten (OPD): Pemerintah Desa dan instansi/ Organisasi Perangkat Daerah (OPD) Kabupaten Tapanuli Utara diposisikan sebagai pemangku kepentingan strategis (*key informants* dan pihak pemegang kebijakan) yang dimintai tanggapan, data administratif, serta ruang dialog. Pemerintah desa dan kabupaten tidak bertindak sebagai penulis draf laporan riset aksi ini, melainkan sebagai pihak eksternal yang didorong untuk merespons temuan data warga (misalnya melalui evaluasi AMDAL dan pengawasan lingkungan).
3. Peran Organisasi Masyarakat Sipil (OMS): Dalam penyusunan riset ini, Organisasi Masyarakat Sipil (seperti Yayasan Bitra Indonesia) bertindak secara proporsional sebagai fasilitator, pendamping teknis, dan pengampu

metodologi, yang membantu warga memperkuat kapasitas analitis serta mendampingi proses lokakarya.

4. Bentuk Keterlibatan dalam Instrumen PACDR (Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks): Metodologi PACDR dijalankan murni melalui pelibatan aktif warga secara partisipatif, yang dibagi ke dalam kelompok-kelompok basis (seperti kelompok petani, perempuan, dan pemuda). Warga secara langsung mempraktikkan tiga instrumen utama PACDR, yaitu:
   - Pemetaan Risiko Bahaya (Hazard Mapping): Warga berjalan menelusuri wilayah (transect walk) untuk menandai titik rawan longsor, penurunan debit air, dan lokasi terdampak aktivitas industri secara mandiri.
   - Penyusunan Kalender Musim: Warga mendiskusikan perubahan iklim lokal dan dampaknya terhadap gagal panen komoditas (durian, petai, kemenyan) berdasarkan memori kolektif mereka.
   - Diagram Kelembagaan (Venn Diagram): Warga menilai sejauh mana efektivitas peran berbagai pihak (pemerintah, perusahaan PT SOL, dan lembaga lokal) dalam merespons krisis di desa mereka.

Untuk memastikan data yang dihasilkan memiliki kekuatan ilmiah yang tangguh saat berhadapan dengan dokumen formal seperti AMDAL, riset ini menerapkan metode Triangulasi Data Partisipatif. Metode ini secara apik mengkombinasikan pendekatan kualitatif-spasial yang kaya rasa dengan ketepatan analisis kuantitatif:

1. **Pendekatan Kualitatif-Spasial.** Digunakan untuk mengeksplorasi persepsi, histori komunal, dan pemetaan fisik ruang hidup melalui *Focus Group Discussion* (FGD), *Transect Walk* (penelusuran pemetaan bentang alam), serta pemetaan sketsa bahaya.
   - ***Focus Group Discussion*** (FGD): Diselenggarakan untuk menghidupkan kembali ruang dialog warga, mengurai tembok psikologis konflik horizontal, dan memetakan retaknya fondasi sosial komunal secara jujur.
   - ***Transect Walk*** (Penelusuran Jalur): Warga bersama fasilitator berjalan kaki melintasi tapak-tapak sumur, jaringan pipa, dan menyusuri aliran sungai untuk menyaksikan langsung penurunan debit air dan degradasi kualitas sungai.
   - **Kalender Musim:** Digunakan untuk merekam memori kolektif petani mengenai pergeseran mikroklimat local, mendokumentasikan kapan masa-masa pohon durian dan petai mulai mati massal secara misterius sejak intervensi hidrologis industri dimulai.

2. **Validasi Kuantitatif.** Digunakan untuk mengukur sebaran tingkat dampak secara statistic spasial, mencakup persentase rumah tangga terdampak krisis air (65%), persentase penurunan luas persawahan (dari >200 Ha menjadi ~100 Ha),[10] spengukuran parameter Baku Mutu Air laboratorium, serta pemetaan koordinat spasial titik rawan longsor dan koridor pipa.

Kuesioner Dampak Rumah Tangga: Seluruh temuan rasa dan ruang dari metode kualitatif di atas kemudian dikunci menggunakan kuesioner terstruktur yang disebarkan ke rumah-rumah warga tapak proyek. Angka-angka statistik yang lahir dari kuesioner inilah yang kemudian memvalidasi data empiris—seperti temuan bahwa 70% warga merasa terbungkam dan 20% populasi menderita gangguan kesehatan pernapasan kronis.

Melalui perpaduan metodologi yang ramah namun akurat ini, riset aksi transformasi ruang dan hak masyarakat terhadap keberadaan PLTP Sarulla berhasil menyusun sebuah dokumen tandingan yang memanusiakan data, sebuah laporan yang tidak hanya dipenuhi angka teknokratis, tetapi juga mengalirkan denyut nadi perjuangan hak-hak dasar masyarakat setempat.

1.5. Pertanyaan Penelitian

Bagaimana perspektif warga terkait keberadaan PLPT Sarulla terhadap pemenuhan hak dan partisipasi warga?

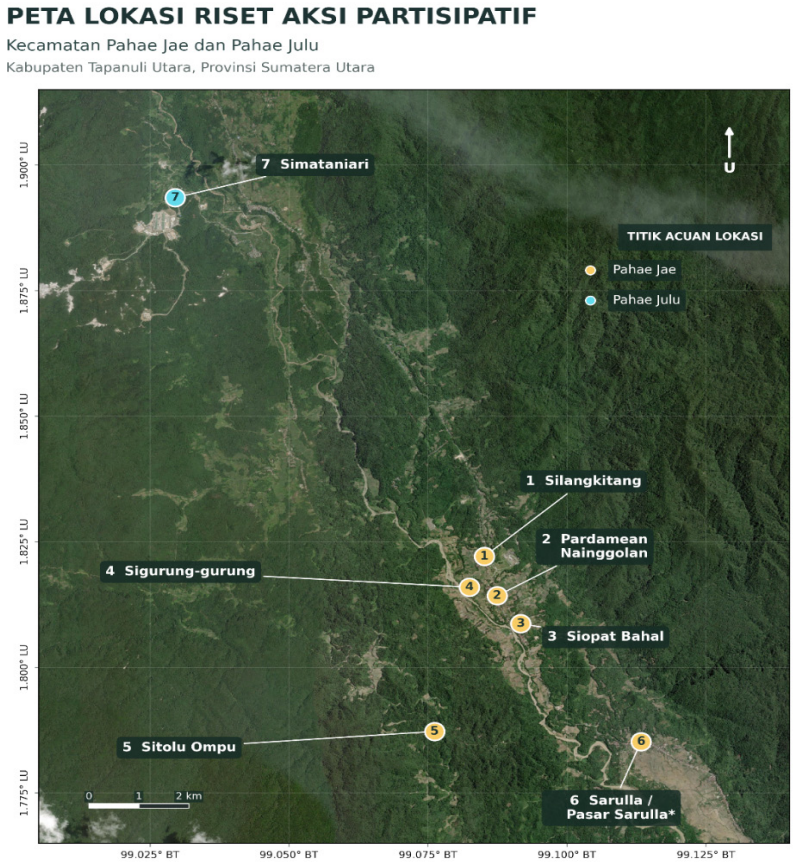
Bagaimana tata kelola, transparansi pembagian manfaat yaitu *Bonus Produksi,* dan akuntabilitas pemenuhan hak dasar diakomodasi oleh korporasi dan pemerintah daerah?

Bagaimana komunitas lokal mengonsolidasikan kapasitas adaptasi, pemetaan risiko, dan aksi kolektif dalam menghadapi kerentanan geologis dan industri?

1.6. Cakupan Wilayah Penelitian

Riset aksi ini memetakan dengan cermat ruang-ruang kehidupan yang mengalami benturan langsung dengan masifnya proyek infrastruktur industri panas bumi. Agar pemangku kebijakan dapat memahami skala dampak secara spasial dan sosial, penentuan tapak riset difokuskan secara ketat pada profil lokasi yang berada dalam ring lingkaran dampak primer dari aktivitas eksplorasi PT Sarulla Operations Ltd (SOL). Kawasan ini terbagi ke dalam dua wilayah administrasi kecamatan yang secara historis merupakan sabuk agraris utama di lembah Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara.

10 Sintesis temuan survei Riset Aksi Partisipatori (PAR), *Focus Group Discussion* (FGD), serta wawancara terstruktur bersama para petani dan pemilik lahan gelombang pertama di Desa Silangkitang, PS(65 Thn), Petani Durian, Petai & Kemenyan.



Gambar 1. Peta Lokasi Riset Aksi Partisipatif Kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu Kabupaten Tapanuli Utara, sumber: arcgis

Melalui pemetaan profil lokasi yang berfokus pada ring terdampak langsung ini, riset aksi menegaskan bahwa wilayah-wilayah di atas bukan sekadar koordinat teknis di dalam peta konsesi proyek strategis nasional. Tujuh desa ini adalah ruang agraris yang terikat erat oleh sistem hidrologi hulu Batang Toru, bentang hutan kemenyan (haminjon), dan hak atas lingkungan hidup yang sehat yang kini otonominya sedang tergerus oleh laju modernisasi energi.

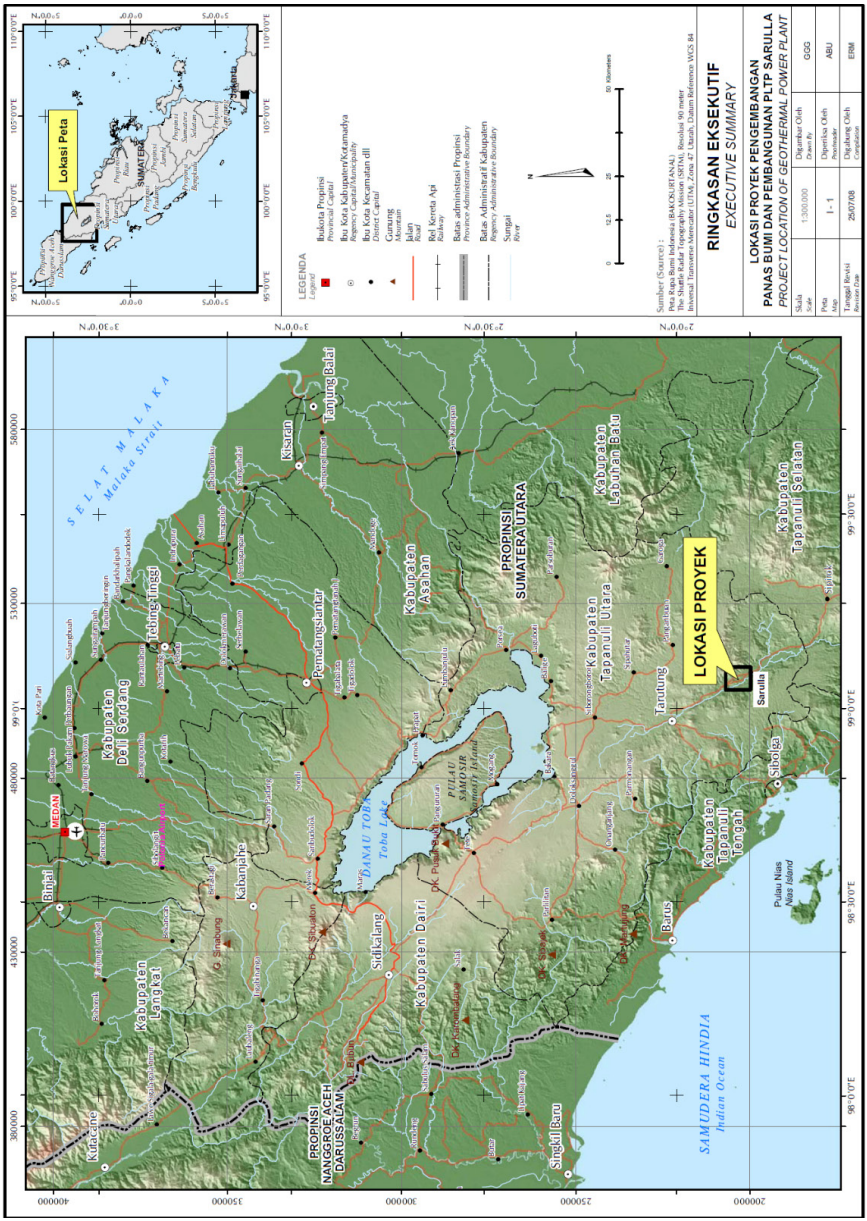
Tabel 1.1. Kluster Wilayah Penelitian dan Ring Terdampak

Kluster Wilayah	Desa Terdampak Utama	Karakteristik Tipologi Dampak Spasial	Fokus Titik Amandemen PAR / PACDR
Kluster Pahae Jae (Episentrum SIL)	Desa Silangkitang, Pardamean Nainggolan, Siopat Bahal, Sigurung-gurung, Sitolu Ompu, Sarulla	Berjarak ±500 m dari pemukiman warga; dilintasi pipa SAGS 1 km, SUTT 150 kV; zona paparan polusi suara, getaran, dan kebauan gas H_2S .	Dusun 1, 2, dan 3 Desa Silangkitang (25 enclave persawahan, 3 titik mata air, gedung SD).
Kluster Pahae Julu (Episentrum NIL)	Desa Simataniari dan sekitarnya	Pembukaan tapak sumur di lereng bukit curam; konversi lahan kebun produktif; tingkat kerentanan longsor geologis tinggi.	Tapak sumur Namora I Langit (NIL), lereng terjal perbukitan pemukiman.

Untuk mendapatkan gambaran kompleksitas dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari operasional proyek geothermal PT. Sarulla Operations Ltd (SOL) di Lembah Pahae, riset aksi partisipatori ini menggunakan pendekatan sampling inklusif multi-pihak. Analisis tidak hanya melihat data statistik, melainkan membedah struktur kerentanan berdasarkan empat kelompok tipologi responden utama di tingkat tapak:

Tabel 1.2 Karakteristik Responden

Tipologi Responden	Subjek Kunci (Representasi)	Isu Utama / Bentuk Kerentanan	Dampak Kuantitatif & Spesifik	Aspirasi & Desakan Keadilan
Pemilik Lahan Gelombang Pertama	PS(65 Thn), Petani Durian, Petai & Kemenyan	De-agrarisasi, kematian tanaman produktif, penyusutan lahan garapan.	Sawah berkurang dari >200 Ha jadi ~100 Ha; harga kemenyan Rp300rb/ kg terancam; kerusakan seng rumah akibat hujan asam per 5 tahun.	Pembukaan akses jalan produksi, pencetakan lahan baru, dan kompensasi atas hilangnya pohon produktif.
Kelompok Perempuan Terdampak Air	HS (44 Thn), Ibu R, Ibu M, Ibu R dan Ibu L	Gendered vulnerability, krisis air bersih, beban ganda, gangguan kesehatan keluarga.	Angkut air Simena Henak (2x/minggu); selang pribadi hingga 150m; gagal panen padi beralih ke jagung (Rp2jt/3 bln); lonjakan ISPA & gatal kulit.	Pemulihan akses air irigasi/MCK gratis, transparansi early warning gas/ kebisingan, dan pemberdayaan ekonomi perempuan/UMKM.
Tokoh Adat & Pemdes (LADN)	LS (Kades), SS, BN (LADN).	Erosi marsiadapari, asimetri informasi AMDAL, trauma kriminalisasi, transparansi DBH/Bonus Produksi.	Tuntutan upah kerja naik Rp120rb/hari; 0% keterlibatan AMDAL asli; alokasi bonus produksi Perbup 35/2021 belum transparan ke APBDes.	Transparansi besaran gross revenue perusahaan, revisi Perbup Bonus Produksi (min. 50% untuk Ring-1), dan pengaktifan Forum Pemantau Independen.
Pemuda Lokal	Pemuda BHL, Pelaku UMKM lokal, Generasi Muda Desa.	Marginalisasi penyerapan kerja, kekakuan tender UMKM, de-skilling tradisi lokal.	Hanya 2 karyawan tetap dari desa; ±15 BHL tanpa kontrak; pembatasan syarat rekrutmen (exp 5 thn).	Pelatihan BLK terakreditasi, beasiswa pendidikan teknis, dan affirmative action pengadaan barang/jasa untuk pemuda/UMKM lokal.


Lokasi Peta
LEGENDA
Legend
Ibukota Propinsi
Provincial Capital
Ibu Kota Kabupaten/Kotamadya
Regency/Municipality Capital
Ibu Kota Kecamatan dll
District Capital
Gunung
Mountain
Kota
Town
Rel Kereta Api
Railway
Batas administrasi Propinsi
Province Administrative Boundary
Batas Administratif Kabupaten
Regency Administrative Boundary
Sungai
River
0 12.5 25 50 Kilometers
N
Sumber (Source) :
Peta Rupa Bumi Indonesia (BAKOSURTANAL)
The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Resolusi 90 meter
Universal Transverse Mercator (UTM), Zona 47. Datum, Datum Reference WGS 84
RINGKASAN EKSEKUTIF
EXECUTIVE SUMMARY
LOKASI PROYEK PENGEMBANGAN
PANAS BUMI DAN PEMBANGUNAN PLTP SARULLA
PROJECT LOCATION OF GEOTHERMAL POWER PLANT
Skala / Scale 1:300.000 Diperiksa Oleh / Check By GGG
Peta / Map 1 - 1 Diperiksa Oleh / Proofreader ABU
Tanggal Revisi / Revised Date 25/07/08 Digabung Oleh / Compiled ERM
SELAT MALAKA
Malaka Strait
SAMUDERA HINDIA
Indian Ocean
PROPINSI NANGGROE ACEH DARUSSALAM
PROPINSI SUMATERA UTARA
LOKASI PROYEK
Kabupaten Deli Serdang
Kabupaten Langkat
Kabupaten Dairi
Kabupaten Asahan
Kabupaten Tapanuli Utara
Kabupaten Tapanuli Tengah
Kabupaten Tapanuli Selatan
Kabupaten Labuhan Batu
Kabupaten Tebing Tinggi
Kabupaten Pematangsiantar
Kabupaten Simalungun
Kabupaten Karo
Kabupaten Pakpak Bharat
Kabupaten Humbang Hasundutan
Kabupaten Toba Samosir
Kabupaten Nias
Kabupaten Nias Selatan
Kabupaten Nias Barat
Kabupaten Nias Utara
Kabupaten Gunungsitoli
Kabupaten Aceh Singkil
Kabupaten Aceh Selatan
Kabupaten Aceh Tenggara
Kabupaten Aceh Barat Daya
Kabupaten Gayo Lues
Kabupaten Aceh Tamiang
Kabupaten Aceh Timur
Kabupaten Aceh Tengah
Kabupaten Bener Meriah
Kabupaten Aceh Barat
Kabupaten Nagan Raya
Kabupaten Aceh Jaya
Kabupaten Aceh Besar
Kabupaten Pidie
Kabupaten Bireuen
Kabupaten Aceh Utara
Kabupaten Pidie Jaya
Kabupaten Simeulue
Kabupaten Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Utara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Simeulue
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Singkil
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Selatan
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tenggara
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat Daya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Gayo Lues
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tamiang
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Timur
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Tengah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bener Meriah
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Barat
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Nagan Raya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Jaya
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Aceh Besar
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Pidie
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Bireuen
Kabupaten Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan Kepulauan

BAGIAN II

Gambaran Umum Wilayah dan Profil PT. Sol

2 .1 Ruang Lingkup Operasi PT. SOL di Wilayah Terdampak

A. Manfaat Ekonomi PLTP Sarulla Perlu Diukur dari Peningkatan Kesejahteraan Warga

Rekam jejak pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla di Kabupaten Tapanuli Utara memiliki sejarah panjang yang membentang sejak era 1990-an. Inisiasi awal pengembangan potensi panas bumi di kawasan ini dilakukan oleh Unocal North Sumatra Geothermal (UNSG), anak perusahaan terikat dari raksasa energi asal Amerika Serikat, Unocal Corporation (Unocal 76).[1] Pada tahun 1993, UNSG menandatangani *Joint Operation Contract* (JOC) bersama PT Pertamina (Persero) untuk eksplorasi dan eksploitasi Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Sarulla, yang berdampingan dengan penandatanganan *Energy Sales Contract* (ESC) bersama PT PLN (Persero).[2] Melalui rangkaian kegiatan eksplorasi intensif hingga pertengahan dekade 1990-an (1994–1998), UNSG berhasil mengidentifikasi dan memetakan dua lapangan reservoir utama bersuhu tinggi (*high enthalpy*), yakni lapangan Silangkitang (SIL) di Kecamatan Pahae Jae melalui pengeboran 5 sumur eksplorasi dalam (mencapai temperatur di atas 310^{0}C) serta lapangan Namora-I-Langit (NIL) di Kecamatan Pahae Julu melalui 4 sumur eksplorasi dalam (mencapai temperature 275^{0}C).[3]

Namun, dinamika Krisis Finansial Asia yang melanda pada tahun 1997–1998 menghentikan seluruh aktivitas eksplorasi dan membawa hambatan struktural signifikan bagi keberlanjutan proyek. Akibat krisis ekonomi tersebut, UNSG akhirnya menghentikan proyek dan menjual serta mengalihkan hak pengembangan beserta hak atas JOC dan *Power Purchase Agreement* (PPA) kepada PT PLN (Persero).[4]

Masa vakum proyek berakhir setelah diterbitkannya regulasi baru mengenai partisipasi sektor swasta dalam ketenagalistrikan panas bumi pada tahun 2004, di mana PT PLN (Persero) membuka kembali lelang internasional (*IPP bidding process*) untuk hak pengembangan Sarulla. Lelang ini dimenangkan pada tahun 2005 oleh konsorsium awal yang terdiri dari Medco Energi Internasional Tbk,

1 Wolf, N. & Gabbay, A., *Sarulla 330 MW Geothermal Project Key Success Factors in Development*, GRC Transactions, Vol. 39, 2015, hlm. 907–909.
2 https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ebtke/pltp-sarulla-unit-i-beroperasi
3 Wolf, N. & Gabbay, A., *op. cit.*, hlm. 908.
4 *Ibid.*, hlm. 908.



Gambar 3: Area perbatasan kawasan Objek Vital Nasional PLTP Sarulla Operations Ltd. di sekitar pemukiman warga.

Sumber Foto: Penulis

Ormat Technologies Inc., dan Itochu Corporation (dengan bergabungnya Kyushu Electric Power Co. Inc. pada tahun 2008). Konsorsium pengembang ini kemudian mendirikan badan pengelola operasional berbadan hukum bernama Sarulla Operations Ltd (SOL).[5]

Sebagai kontraktor bagi PT Pertamina Geothermal Energy (PGE), PT. SOL memformalkan kembali komitmen pengembangan kapasitas PLTP 330 MW melalui amandemen kontrak JOC bersama PGE dan *Energy Sales Contract* (ESC) bersama PT PLN pada April 2013. Setelah mencapai *financial closing* senilai USD 1,17 miliar bersama konsorsium perbankan internasional (JBIC, ADB, dan enam bank komersial) pada Mei 2014, PT. SOL secara penuh merealisasikan konstruksi hingga akhirnya mencapai operasional komersial penuh.[6] Transformation dari skema entitas tunggal UNSG ke konsorsium multinasional PT. SOL ini menandai babak baru pengelolaan energi panas bumi terbesar di Tapanuli Utara.

Besarnya investasi dan keberadaan program CSR menjadi titik awal untuk menilai kontribusi ekonomi PLTP Sarulla. Penilaian tersebut perlu dilanjutkan dengan menelaah perubahan pendapatan rumah tangga, akses warga terhadap pekerjaan yang layak, keberlanjutan mata pencaharian, serta pemerataan manfaat di antara kelompok masyarakat. Dalam kerangka riset aksi partisipatif, pengalaman warga menjadi dasar untuk menguji sejauh mana pengembangan proyek meningkatkan kesejahteraan masyarakat di wilayah terdampak.

5 *Ibid.*
6 *Ibid.*

B. Program CSR PT SOL dalam Bidang Pertanian Pendidikan dan Kesehatan pada 2021–2025

Kegiatan tanggung jawab sosial perusahaan atau CSR PT Sarulla Operations Ltd (SOL) di Kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu mencakup dukungan pertanian, pendidikan, dan kesehatan. Berdasarkan pemberitaan yang memuat keterangan perusahaan, kegiatan yang terdokumentasi pada periode 2021–2025 meliputi pendampingan budidaya bawang merah, pemberian beasiswa, serta kegiatan kesehatan balita. Cakupan penerima berbeda menurut program dan tahun pelaksanaan sebagaimana dirangkum dalam tabel berikut. Informasi tersebut menggambarkan kegiatan dan keluaran yang dilaporkan; pengaruhnya terhadap pendapatan, kesejahteraan, dan kesehatan warga masih memerlukan penilaian tersendiri.

Table 2.1. Tiga Pilar Utama Program Intervensi Sosial-Ekonomi CSR PT. SOL

Bidang	Tahun/periode	Bentuk kegiatan dan keluaran yang dilaporkan	Lokasi/cakupan penerima
Pertanian	2021–September 2025	Pendampingan budidaya bawang merah bagi **15 kelompok tani**, mencakup pelatihan dan bantuan sarana produksi. Sebanyak 11 kelompok telah didampingi hingga dua periode tanam; empat lainnya masih didampingi pada 2025.*	Desa penerima program di Pahae Jae dan Pahae Julu.
Pendidikan	2024	Beasiswa kepada **75 mahasiswa**, dengan total bantuan yang dilaporkan sebesar **Rp237 juta**.**	Penerima berasal dari **29 desa** di Pahae Jae dan Pahae Julu.
Kesehatan	Februari–November 2022; penyerahan penghargaan Januari 2023	Penilaian lomba balita sehat melalui kegiatan Posyandu, dilanjutkan kompetisi tingkat kecamatan bersama Puskesmas Onan Hasang dan Puskesmas Sarulla.***	Penyerahan penghargaan mencakup pemenang dari **10 desa di Pahae Julu** dan **13 desa di Pahae Jae**.

* Rinto Aritonang, "CSR SOL fokus dampingi pertanian bawang merah Poktan," ANTARA News Sumatera Utara, 13 September 2025, https://sumut.antaranews.com/berita/637145/csr-sol-fokus-dampingi-pertanian-bawang-merah-poktan.

** Rinto Aritonang, "75 mahasiswa Taput terima beasiswa SOL," ANTARA News Sumatera Utara, 12 Desember 2024, https://sumut.antaranews.com/berita/604171/75-mahasiswa-taput-terima-beasiswa-sol.

*** Rinto Aritonang, "SOL gelar lomba balita sehat cegah stunting," ANTARA News Sumatera Utara, 30 Januari 2023, https://sumut.antaranews.com/berita/517662/sol-gelar-lomba-balita-sehat-cegah-stunting

Secara keseluruhan, dinamika sosial ekonomi Tapanuli Utara khususnya di sekitar wilayah kerja panas bumi Gunung Sibual-buali mencerminkan proses adaptasi yang dinamis. Di satu sisi, masyarakat dituntut bertahan menghadapi anomali iklim yang mengganggu sektor pertanian, sementara di sisi lain, hubungan kemitraan yang erat antara masyarakat dengan PT. SOL melalui pemanfaatan energi ramah lingkungan dan program pemberdayaan komunal membuka peluang resiliensi baru demi keberlanjutan hidup yang lebih baik.

C. Profil proyek di bawah skema Joint Operating Contract (JOC) dengan PT Pertamina Geothermal Energy di kluster Silangkitang (SIL) dan Namora I Langit (NIL).

Pemanfaatan potensi energi panas bumi di wilayah Pahae Jae dan Pahae Julu berada di bawah kerangka kemitraan hukum dan investasi tingkat tinggi. Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla dikembangkan di bawah skema Joint Operating Contract (JOC) bersama PT Pertamina Geothermal Energy (PGE) selaku pemegang Hak Pengusahaan Panas Bumi (WKP) di wilayah tersebut. Dalam struktur ini, PT. Sarulla Operations Ltd (SOL) bertindak sebagai konsorsium pengembang Independent Power Producer (IPP) internasional yang mengelola operasional komersial hulu (upstream) hingga hilir (downstream). Kerangka kerja ini diperkuat oleh Energy Sales Contract (ESC) bersama PT PLN (Persero), di mana pasokan listrik sebesar 330 MW yang dihasilkan dari dua kluster utama disalurkan langsung ke dalam sistem interkoneksi kelistrikan Sumatra Utara dan jaringan regional Sumatera.

Operasional teknik PT. SOL terbagi ke dalam dua wilayah reservoir utama yang menjadi jantung ekstraksi energi geotermal di Tapanuli Utara:

- Kluster Silangkitang (SIL): Berlokasi di Kecamatan Pahae Jae, kluster ini mencakup fasilitas pembangkitan awal (Unit 1) dengan infrastruktur tapak sumur (wellpads), fasilitas pemisahan uap, dan steam field.
- Kluster Namora I Langit (NIL): Berlokasi di Kecamatan Pahae Julu, kluster ini mengapit area potensi panas bumi skala besar (Unit 2 dan Unit 3) yang memanfaatkan teknologi efisiensi tinggi Geothermal Combined Cycle Unit (GCCU) untuk mengoptimalkan panas bumi suhu tinggi dan sedang secara bersamaan.

Kompleksitas fasilitas teknis di kedua kluster ini mencakup pembangunan tapak sumur produksi dan injeksi, unit separator, hingga instalasi turbin pembangkit canggih yang mengonversi energi termal uap dan fluida geotermal (brine) menjadi energi listrik skala besar. Salah satu karakteristik paling krusial dari tapak infrastruktur teknis PT. SOL di Lembah Pahae adalah dinamika spasialnya yang bersinggungan langsung dengan permukiman penduduk dan ruang publik warga lokal.



Gambar 4. Pipa distribusi uap geotermal skala besar melintasi lahan pertanian aktif dan area pemukiman warga.

Sumber Foto: Penulis

Fasilitas SAGS (*Steam Field and Steam Above Ground Surface*) meliput jalur pipa transmisi fluida dan uap panas bumi sepanjang 1 kilometer yang melintasi kawasan permukiman padat penduduk serta fasilitas publik, termasuk area Sekolah Dasar (SD) di wilayah pedesaan Pahae Jae dan Pahae Julu.

Kedekatan fisik antara jalur transmisi bertekanan tinggi (*steam pipelines*) dan lokasi aktivitas belajar-mengajar maupun ruang hidup masyarakat ini menciptakan lanskap interaksi risiko yang kompleks. Keberadaan jalur pipa ini menuntut implementasi standar keselamatan operasional yang amat ketat (*Operational Health, Safety, and Environment/HSE*), pemantauan tingkat kebisingan, serta mitigasi risiko paparan guncangan tektonik atau kebocoran gas beracun (H_2S). Berdasarkan analisis kerentanan dan ketahanan masyarakat lokal (seperti dalam asesmen PACDR), keberadaan infrastruktur fisik berat yang membelah desa ini menimbulkan dualisme persepsi: di satu sisi dipandang sebagai simbol kemajuan ekonomi dan penyedia energi nasional, namun di sisi lain menjadi sumber kekhawatiran harian terkait keselamatan ruang hidup masyarakat dan keheningan lingkungan pedesaan.

2.2. Dinamika Sosio-Ekonomi Tapanuli Utara

Kecamatan Pahae Jae dan Kecamatan Pahae Julu di Kabupaten Tapanuli Utara merupakan wilayah strategis yang memiliki karakteristik sosial-ekonomi yang khas, di mana sektor pertanian tradisional kini berdampingan dengan industri berbasis energi terbarukan berskala besar. Dinamika kemasyarakatan di wilayah ini sangat dipengaruhi oleh keberadaan interaksi antarkomunitas lokal, perubahan lingkungan makro, dan kontribusi program pengembangan masyarakat dari sektor industri panas bumi.[7] Lanskap sosial-ekonomi di Kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu tidak dapat dipisahkan dari akar historisnya sebagai wilayah agraris yang tangguh. Jauh sebelum korporasi energi terbarukan menancapkan fondasinya, denyut nadi kehidupan masyarakat di lembah Pahae ini telah digerakkan oleh sistem perkebunan rakyat yang diwariskan secara turun-temurun (*Wokop*).[8] Tanah Tapanuli Utara yang subur dibentuk oleh topografi perbukitan dan iklim sejuk, melahirkan komoditas unggulan lokal yang menjadi pilar utama ketahanan ekonomi dan identitas kultural masyarakat, khususnya durian, petai, dan kemenyan.

7 Dini Anggraini (Notulen), *Notulensi Kegiatan Bitra Indonesia: Pelatihan PACDR (Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks) bersama Warga Desa Silangkitang Kecamatan Pahae Jae*, 18-19 November 2025.

8 *Wokop* mengacu pada sistem penguasaan dan pewarisan tanah/lahan perkebunan secara turun-temurun berdasarkan hukum adat masyarakat Batak di kawasan Lembah Pahae. Karena pendaftaran dan pembagian tanah dilakukan secara lisan serta berdasarkan kesepakatan komunal antar-garis keturunan (*marga*), mayoritas lahan *wokop* warga tidak memiliki sertifikat hak milik resmi dari BPN. Status kepemilikan informal berbasis kearifan lokal ini sering kali menempatkan petani pada posisi tawar yang lemah tatkala berhadapan dengan proses pembebasan lahan atau ganti rugi oleh korporasi industri.

Kondisi geografis Tapanuli Utara yang berada di dataran tinggi, dibentuk oleh topografi perbukitan yang subur serta diselimuti iklim sejuk, menjadi faktor ekologis utama yang melahirkan berbagai komoditas unggulan lokal. Di antara sekian banyak hasil bumi, terdapat tiga komoditas yang tidak hanya menjadi pilar utama ketahanan ekonomi domestik, melainkan juga telah menyatu menjadi bagian dari identitas kultural masyarakat Pahae, yaitu durian, petai, dan kemenyan.

A. Sektor Pertanian dan Dampak Krisis Iklim Lokal

Secara kultural dan ekonomi, mayoritas masyarakat di wilayah Pahae Jae—seperti di Desa Silangkitang—dan Pahae Julu menggantungkan hidup pada sektor agraris dan pemanfaatan sumber daya alam sekitar. Jauh sebelum hiruk-pikuk industri energi terbarukan mengubah wajah bentang alam Tapanuli, denyut kehidupan warga di Lembah Pahae telah digerakkan oleh tatanan perkebunan rakyat berbasis *kebun pocal* (agroforestri). Dalam sistem kelola lahan tradisional ini, pohon durian tidak sekadar tumbuh sebagai peneduh, melainkan berdiri sebagai salah satu komoditas buah tahunan paling unggul dan strategis yang menyokong ketahanan ekonomi keluarga.

Secara ekologis dan ekonomi, masyarakat Pahae merangkai lanskap perkebunannya dengan sangat tangguh. Tanaman durian ditanam bersisian secara kompleks di antara tegakan pohon kemenyan (*haminjon*) dan karet rakyat. Pola agroforestri ini membentuk jaring pengaman finansial yang saling melengkapi: jika karet memberikan arus kas mingguan dan kemenyan/kakao menyuplai pendapatan bulanan, maka musim panen raya durian hadir sebagai benteng pendapatan tahunan (*yearly income*) berkategori tinggi yang dinantikan warga.[9]

Di kawasan Tapanuli Utara, khususnya seperti di wilayah Pahae Julu, keberadaan agroforestri campuran yang didominasi pohon durian bersama tanaman buah pendamping lainnya mencakup porsi yang sangat signifikan dalam struktur pemanfaatan lahan desa. Durian Pahae tidak hanya menjelma menjadi produk kebanggaan daerah yang terkenal akan rasa dan kualitasnya yang khas, tetapi juga menjadi fondasi kedaulatan pangan dan finansial yang membiayai kehidupan, pendidikan anak-anak, serta keberlangsungan tatanan adat warga tapak dari generasi ke generasi.

9 Hesti L. Tata, Elok Mulyoutami, dan Endri Martini, "Analisis Kelayakan Finansial Beberapa Pola Agroforestri di Daerah Tapanuli, Sumatera Utara," dalam *Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013* (Bogor: World Agroforestry Centre [ICRAF] & Badan Litbang Kehutanan, 2013), hlm. 630–635.

Berbeda dengan durian yang bersifat musiman musiman makro, pohon petai di wilayah agraris Pahae bertindak sebagai instrumen likuiditas harian petani. Keberadaan tanaman petai (*Parkia speciosa*) di kawasan Pahae memegang peranan penting tidak hanya dalam konteks ekologis, tetapi juga sebagai pilar pendukung kesejahteraan ekonomi masyarakat lokal. Dalam dokumen studi lingkungan proyek geothermal Sarulla, tanaman petai diidentifikasi sebagai salah satu komponen utama dalam kategori *provisioning services* atau layanan penyediaan ekosistem, khususnya pada kelompok tanaman budidaya (*cultivated crops*).[10] Sebagian besar tanaman ini tumbuh subur di area kebun campuran (*mixed plantations*) dan pekarangan pemukiman warga, di mana hasilnya dimanfaatkan secara rutin untuk konsumsi rumah tangga maupun dijual ke pasar lokal sebagai sumber pendapatan tambahan.[11]

Ketika pengembangan infrastruktur panas bumi dimulai, proses pengadaan lahan memicu perubahan tata guna tanah yang berdampak langsung pada area vegetasi budidaya masyarakat.[12] Meskipun secara makro tingkat subdistrik dampak terhadap ketersediaan tanaman kebun dikategorikan minor, hilangnya akses terhadap pohon petai produktif memberikan tekanan ekonomi yang signifikan bagi tingkat rumah tangga individu yang terdampak secara langsung. Untuk memitigasi hal tersebut, pihak pengembang menerapkan mekanisme ganti rugi dan kompensasi atas tanah serta tanaman (*Land Acquisition and Resettlement Action Plan*), yang mengacu pada hasil inventarisasi detail mengenai jenis, jumlah, dan tingkat produktivitas tanaman warga di area terpengaruh.

Kemenyan memiliki kedudukan yang sangat strategis dalam struktur sosial-ekonomi dan kebudayaan masyarakat Batak di wilayah Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara. Sebagai komoditas lokal dan hasil hutan non-kayu utama, kemenyan tidak hanya berfungsi sebagai sumber mata pencaharian dan pendapatan rumah tangga, tetapi juga melekat erat dengan identitas serta tradisi adat masyarakat setempat. Keberadaan kebun dan hutan tempat tumbuhnya kemenyan umumnya dikelola secara turun-temurun oleh klan atau marga Batak melalui keterikatan kolektif terhadap tanah ulayat leluhur (*ancestral land*). [13]

10 PT Sarulla Operations Ltd. (SOL), *Volume II: Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Addendum for Sarulla Geothermal Power Development Project* (Jakarta: PT SOL, 2013), Bab 3, hlm. 3.5-12.
11 *Ibid.,* Lampiran *Annex F: Ecosystems Services Review (ESR)*, hlm. F-8.
12 Penilaian dampak ketergantungan masyarakat terhadap hasil kebun campuran di wilayah Pahae Jae dan Pahae Julu diuraikan dalam dokumen *ESIA Addendum*, Bab 3 (Section 3.5.2).
13 Asian Development Bank (ADB) & Sarulla Operations Limited (SOL). (2013). INO: Sarulla Geothermal Power Development Project - ESIA Addendum (Vol. II), Chapter 1 (Sub-section 1.6.2.1: Indigenous Peoples Safeguards), hlm. 13–14.

Dalam lanskap ekologi Pahae, budidaya kemenyan merupakan bagian integral dari sistem pertanian campuran dan pengelolaan hutan berbasis masyarakat. Pohon kemenyan tumbuh di kawasan hutan sekunder maupun hutan campuran di sekitar lembah dan lereng pegunungan Batang Toru. Pengambilan getah kemenyan (*incense bark*) memberikan kontribusi finansial yang penting bagi pemenuhan kebutuhan dasar, pembiayaan pendidikan anak, hingga penopang ketahanan ekonomi keluarga petani di Pahae Jae dan Pahae Julu.[14]

Seiring dengan masuknya proyek pembangunan infrastruktur skala besar—seperti Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla—keberadaan komoditas lokal seperti kemenyan menjadi perhatian penting dalam kajian dampak lingkungan dan sosial. Proses pengadaan lahan dan pembukaan vegetasi untuk tapak sumur (*wellpad*), jalur pipa, serta infrastruktur pendukung berpotensi bersinggungan dengan lahan perkebunan warga dan kawasan hutan tempat tumbuhnya pohon-pohon kemenyan.

Persinggungan pengembangan PLTP Sarulla dengan lahan bervegetasi tanaman perkebunan tercatat dalam dokumen pengadaan lahan proyek. *Resettlement Plan* Februari 2015 mencantumkan estimasi kebutuhan lahan WJP 1 sebesar 8 ha, perluasan NIL1 beserta jalan akses sebesar 8 ha, serta WJR 2N beserta jalan akses sebesar 4 ha. Penggunaan lahan pada ketiga komponen tersebut dijelaskan sebagai area dengan vegetasi antara lain karet, kemenyan, kakao, kopi, dan semak.[15] Data ini menunjukkan keterkaitan rencana pengembangan tapak dengan lahan bervegetasi komoditas lokal, tetapi tidak merinci luas kebun kemenyan maupun membuktikan seluruh luas tersebut telah dikonversi.

Oleh karena itu, dalam konteks perlindungan hak-hak masyarakat adat Batak (*Indigenous Peoples*) dan mitigasi dampak terhadap layanan ekosistem (*Ecosystem Services*), komoditas kemenyan dikategorikan sebagai salah satu aset ekonomi dan budaya yang perlu diperhatikan perlindungannya. Penilaian dampak sosial menekankan perlunya penggantian rugi yang adil bagi pemilik lahan dan petani kemenyan yang terdampak, serta adanya mekanisme konsultasi yang bermakna (*meaningful consultation*) untuk memastikan keberlanjutan mata pencaharian tradisional masyarakat Pahae.

14 *Ibid*., Chapter 3 (Sub-section 3.5.2.1.2 & 3.5.2.1.3: Ecosystem Service Screening and Scoping - Non-wood Fibres and Resins), hlm. 100–101.

15 Sarulla Operations Limited, Volume V: Resettlement Plan—Development of Sarulla Geothermal Field and Power Plant of 330 MW Capacity, North Tapanuli Regency, North Sumatera Province, Februari 2015, Tabel 2-4, hlm. 2-7 (halaman ke-30 PDF), dokumen proyek untuk Asian Development Bank, nomor proyek 42916. Salinan dokumen, diakses 8 Oktober 2026.

Karakteristik historis wilayah agraris Pahae yang bertumpu pada keharmonisan ekologis ini, kini tengah berada di persimpangan jalan akibat dinamika lingkungan makro dan krisis global. Berdasarkan data *Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks* (PACDR) BITRA Indonesia (2025-2026), tatanan perkebunan rakyat yang telah mapan selama ratusan tahun tersebut kini menghadapi kerentanan serius akibat anomali iklim. Masyarakat mencatat adanya sejumlah perubahan signifikan pada pilar ekonomi utama mereka, antara lain:

- Perubahan Suhu Ekstrem**:** Warga merasakan pergantian cuaca menjadi tidak menentu dengan fluktuasi suhu yang semakin panas dan semakin dingin secara ekstrem.
- Gangguan Produktivitas Tanaman: Terjadi fenomena daun dan bunga yang berguguran di luar musimnya, serta kematian tanaman produktif bernilai ekonomi tinggi seperti pohon petai, yang secara langsung mengancam pendapatan harian petani.
- Krisis Sumber Air: Penurunan intensitas unsur iklim memicu mengeringnya sejumlah mata air desa yang menjadi sandaran utama irigasi lahan pertanian dan kebutuhan domestik warga.
- Ancaman Gagal Panen: Ketidakpastian kalender musim dan pergeseran pola cuaca meningkatkan risiko gagal panen secara massal, kerusakan keanekaragaman hayati lokal, hingga potensi bencana hidrometeorologi seperti longsor dan banjir.[16]

Tradisi Marsiadipari: Pergeseran Tata Kelola Komunal Menjadi Hubungan Kerja Transaksional Tatanan sosial-budaya masyarakat di Tapanuli Utara—khususnya di Lembah Pahae (Kecamatan Pahae Jae dan Pahae Julu)—sejak lama dibentuk oleh nilai kearifan lokal yang menempatkan kebersamaan sebagai tiang utama keberlangsungan hidup agraris. Di tengah lanskap pedesaan, nilai gotong royong tradisional (marsiadapari) berfungsi sebagai sistem tata kelola komunal dalam menjaga ketahanan pangan dan fasilitas umum desa.[17]

Perubahan ruang hidup di Desa Silangkitang tidak hanya menggerus kedaulatan air dan tanah warga, melainkan juga menyusup perlahan ke dalam urat nadi tatanan sosial-budaya masyarakat. Salah satu pilar kekerabatan Batak yang paling terdampak adalah tradisi *marsiadapari* yaitu sebuah sistem gotong royong dan tolong-menolong antarwarga untuk mengolah sawah dan perladangan secara bergantian tanpa memungut bayaran.

16 Ibid

17 Elisabeth Harianja, Rusmauli Simbolon, Harisan Boni Firmando, dkk., "Eksistensi Marsiadapari dan Relevansinya dengan Teori Solidaritas di Desa Batumanumpak Kecamatan Pangaribuan Kabupaten Tapanuli Utara Tahun 2023", SOSIAL: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPS, Vol. 2, No. 2 (2024), hlm. 01–24, diakses melalui https://journal.appisi.or.id/index.php/sosial/article/view/93.

Dahulu, *marsiadapari* menjadi jaring pengaman sosial dan pendorong utama produktivitas pertanian warga. Skema kerjanya murni berbasis azas tenggang rasa dan kesetaraan: jika hari ini sekelompok warga bergotong royong di sawah milik satu keluarga, esok hari mereka akan berpindah menggarap sawah milik warga lainnya secara bergiliran. Tidak ada transaksi uang di dalamnya. Pemilik lahan cukup menyediakan jamuan makan dan minum sekadarnya bagi kerabat yang datang membantu.

Namun, masifnya operasional industri di sekitar desa perlahan mengubah rasionalitas komunal tersebut menjadi hubungan kerja yang transaksional. Kebiasaan bertukar tenaga kini luntur dan berganti menjadi sistem pengupahan harian murni. Warga yang hendak mengolah lahan sawah tak lagi bisa mengandalkan ikatan *marsiadapari*, melainkan harus mengeluarkan biaya untuk menyewa tenaga kerja (*di-upahkan*).

Pergeseran ini ditandai pula oleh melonjaknya standar upah buruh tani di tingkat desa. Sebagaimana diungkapkan oleh salah satu anggota LADN dusun 1, Desa Silangkitang (BN, 68 tahun): "Nilai-nilai gotong royong (*marsiadapari*) ada pergeseran. Dulu, upah Rp50.000 sampai Rp80.000 per hari orang masih mau kerja untuk pengelolaan sawah dan kebun. Namun sekarang, orang mempertimbangkan masalah upah di angka Rp100.000 hingga Rp120.000 per hari. Marsiadapari yang aslinya: ketika hari ini bekerja di sawah kita, besok kita bergantian di sawah orang lain—hanya ditanggung makan minum. Saat ini, untuk mengelola sawah langsung di-upahkan ke orang kerja."

Loncatan standar upah lokal ini bukan terjadi di ruang hampa. Acuan angka Rp120.000 per hari lahir dari penetapan standar upah bagi Buruh Harian Lepas (BHL) yang pernah dipekerjakan oleh PT. SOL.[18] Ketika standar upah industri tersebut diadopsi ke dalam sektor pertanian lokal, terjadi benturan ekonomi: petani skala kecil yang kehilangan air dan terus mengalami penurunan hasil panen kini harus menanggung biaya tenaga kerja yang jauh lebih mahal.

18 Komparasi Dampak Standar Upah BHL terhadap Petani Lokal: Pengalaman warga bekerja sebagai Buruh Harian Lepas (BHL) di PT. SOL dengan honorarium Rp120.000/hari telah menciptakan patokan (*benchmark*) harga tenaga kerja baru di desa. Dampaknya, petani pemilik sawah yang tidak mampu membayar upah harian sesuai standar baru tersebut semakin kesulitan menggarap lahannya, yang pada akhirnya mempercepat laju alih fungsi lahan dari padi ke tanaman yang kurang menyedot tenaga kerja seperti jagung.

Bagi masyarakat Silangkitang yang secara historis terikat dalam hubungan kekerabatan erat (*dalihan natolu*), pergeseran dari *marsiadapari* menuju pengupahan komersial ini menandai melonggarnya kohesi sosial. Gotong royong yang dulunya diikat oleh rasa kebersamaan kini terakumulasi dalam kalkulasi finansial harian.

Kearifan tata kelola pertanian komunal berbasis gotong royong ini kini berhadapan dengan ancaman ekologis yang serius. Berdasarkan laporan Notulensi Pelatihan PACDR BITRA Indonesia (2025), sistem pertanian dan irigasi warga menghadapi disrupsi akibat krisis iklim lokal:

Penurunan intensitas hujan yang tidak menentu serta fluktuasi suhu ekstrem memicu penurunan debit hingga mengeringnya mata air pedesaan yang menjadi penyokong utama saluran irigasi tradisional warga.

Menyusutnya pasokan air memicu risiko gagal panen persawahan masif, yang pada akhirnya menuntut perlunya intervensi sarana air dan infrastruktur penyokong di luar batas kemampuan swadaya gotong royong tradisional.

BAGIAN III

Transformasi Sosial dan Ekonomi Komunitas Akibat Eksplorasi Panas Bumi di Kabupaten Tapanuli Utara

3.1 Pergeseran Struktur Sosial: Retaknya Fondasi Komunal Bom Waktu Desa)

Kehadiran Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla yang dikelola oleh PT. Sarulla Operations Ltd (SOL) di Kabupaten Tapanuli Utara membawa pergeseran mendasar dalam lanskap sosial-ekonomi masyarakat lokal. Meskipun diposisikan sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN) yang krusial bagi transisi energi bersih, keberadaan infrastruktur skala besar ini memperlihatkan adanya kontradiksi tajam antara kemajuan industri makro dengan kondisi kesejahteraan komunitas di tingkat tapak. Transformasi yang paling mencolok tidak hanya terlihat pada alih fungsi lahan agraris dan krisis lingkungan, melainkan pada erosi relasi-relasi komunal dan munculnya ketegangan horizontal di tengah warga.

Berdasarkan analisis variabel hubungan sosial dalam survei kuantitatif terhadap warga terdampak, sebanyak 84,21% responden mengonfirmasi bahwa operasional proyek telah mempengaruhi relasi sosial di desa mereka. Ketika ditelisik lebih jauh mengenai pemicu utamanya, mayoritas mutlak dari kelompok tersebut—yakni sebesar 71,88% secara tegas menunjuk pada ketimpangan distribusi manfaat ekonomi (*asimetri distribusi manfaat*), khususnya yang bersumber dari rekrutmen tenaga kerja yang tidak transparan serta ketidakjelasan realisasi kompensasi lahan. Sementara itu, 25,00% lainnya menilai perubahan sosial dipicu oleh polarisasi atau perbedaan pandangan (pro-kontra) terhadap keberadaan proyek.[1]

1 Yayasan BITRA Indonesia, *Basis Data Mentah Kuesioner Dampak Operasional PLTP Sarulla* [Dataset Excel Tidak Diterbitkan], (Medan: Olah Data Lapangan Yayasan BITRA Indonesia, 24 Februari 2026).

Peta keretakan relasi ini secara dominan terjadi pada tataran antarwarga/ horizontal (56,25%), disusul friksi langsung antara warga dengan manajemen perusahaan (40,62%). Temuan kuantitatif ini linier dengan fakta kualitatif yang terekam dalam proses *Participatory Analysis of Climate and Disaster Risks* (PACDR) serta wawancara terstruktur bersama tokoh masyarakat dan kelompok warga.

Dalam dinamika keseharian, persepsi tentang adanya praktik nepotisme atau rekrutmen berbasis "orang dalam" (*insider system*) memicu kecemburuan sosial yang tajam. Warga lokal mengeluhkan bahwa akses informasi lowongan kerja sangat terbatas dan sering kali hanya disebarkan secara tertutup, sehingga pekerjaan di area konsesi cenderung didominasi oleh kelompok yang memiliki kedekatan dengan oknum humas perusahaan atau jajaran pemerintah desa.

Di sisi lain, narasi kekecewaan mendalam (*grievance*) banyak diekspresikan oleh kelompok pemilik lahan. Sejumlah warga yang telah menyerahkan lahan produktif mereka—yang sebelumnya menjadi tumpuan komoditas unggulan seperti durian, petai, dan kemenyan—merasa ingkar janji atas komitmen awal perusahaan yang menjanjikan penyerapan tenaga kerja bagi anak-anak mereka. Rasa penyesalan, keterasingan, sekaligus pemicu renggangnya hubungan sosial ini tergambar secara eksplisit dari kesaksian Ibu RPP (66 tahun), seorang petani dan pemilik lahan dari Desa Simataniari yang lokasi tanah mewariskannya kini berdiri langsung bangunan turbin milik PT. SOL.

"Saya sangat menyesal memberikan lahan kami. Pemicu utamanya dulu adalah janji perusahaan yang mau mempekerjakan anak-anak pemilik lahan. Tapi kenyataannya sampai sekarang anak saya yang sudah lulus perguruan tinggi tidak kunjung dipanggil kerja... Sekarang saya bahkan tidak senang melihat perusahaan itu. Kami ini cuma jadi penonton, sementara tanah kami sudah digunakan untuk lokasi turbin. Keadaan ini buat kami sesama warga dan tetangga jadi timbul kecemburuan sosial karena pembagian manfaat pekerjaan yang tidak merata..."

Implikasi sosio-kultural dari asimetri informasi dan ketimpangan ekonomi ini pada akhirnya berujung pada pergeseran nilai-nilai komunal. Nilai gotong royong (*marsiadapari*) yang secara historis menjadi pilar modal sosial masyarakat adat Batak Toba dalam mengelola irigasi, lahan pertanian, dan tatanan adat, perlahan menyusut menjadi hubungan yang transaksional. Tradisi tegur sapa antarwarga mulai memudar, digantikan oleh prasangka dan jarak sosial akibat akumulasi kekecewaan dan kecemburuan horizontal yang tidak pernah mendapatkan ruang mediasi maupun pendampingan psikososial yang memadai.[2]

2 Yayasan BITRA Indonesia, *Ringkasan Eksekutif Slide Presentasi: Gambaran Survei Dampak Operasional PLTP Sarulla*, (Medan: BITRA Indonesia & YAPPIKA-ActionAid, 2026), slide 3 & 8.

3.2 De-agrarisasi dan Hilangnya Otonomi Ekonomi

Sebelum eksplorasi panas bumi berskala masif masuk ke wilayah ini, Lembah Pahae merupakan kawasan agraris yang mandiri dengan tumpuan komoditas unggulan seperti durian, petai, dan kemenyan (*haminjon*). Namun, intervensi industri secara perlahan memicu proses de-agrarisasi atau pemisahan petani dari alat produksinya secara sistematis.

Proses pelepasan hak atas tanah pada fase awal operasional industri diwarnai oleh ketimpangan informasi dan tekanan ekonomi. Skema pembebasan lahan yang digerakkan oleh perantara dan tim pembebas lahan yang dikenal sebagai Tim 9[3] mengadopsi berbagai instrumen ganti rugi, mulai dari pendekatan kultural (*pago-pago*)[4], penetapan NJOP, hingga transaksi bisnis murni. Dalam praktiknya, Tim 9 menerapkan taktik krisis bertajuk *"siapa cepat dia dapat"* untuk memicu persaingan antarwarga yang tengah mengalami kesulitan ekonomi. Lahan-lahan kebun produktif dihargai sangat murah—hanya berkisar Rp4.500 hingga Rp7.500 per meter persegi. Walaupun ganti rugi tanaman keras seperti kemenyan dan karet produktif sempat dihargai hingga Rp250.000 per batang, kapital yang diterima warga terbukti tidak sepadan dengan nilai ekonomi jangka panjang yang hilang. Penjualan tanah tersebut bahkan memicu retaknya hubungan kekerabatan akibat konflik internal keluarga dalam penentuan hak jual dan pembagian hasil yang tidak merata.

Kehilangan tanah sebagai alat produksi utama diikuti oleh rusaknya ekosistem pertanian di sisa lahan garapan warga. Intervensi hidrologi dan aktivitas pengeboran industri mengakibatkan penurunan debit air secara drastis serta mengeringnya sungai-sungai irigasi seperti Aek Hapesong. Hal ini memicu fenomena anomali berupa gugur bunga dan kegagalan berbuah pada pohon durian, mati pucuk pada tanaman petai, hingga penurunan luas persawahan dari semula lebih dari 200 hektar menjadi hanya sekitar 100 hektar. Para petani padi terpaksa melakukan adaptasi terpaksa dengan beralih menanam jagung akibat krisis air irigasi yang berkepanjangan.[5]

3 Tim 9 merupakan tim pembebasan lahan yang dibentuk untuk menjembatani kepentingan pihak perusahaan (*Unocal 76*) dengan pemilik lahan, yang beranggotakan unsur pemerintah lokal, tokoh masyarakat, dan perwakilan pemilik lahan. Berdasarkan kesaksian Fernando Simorangkir, kerja Tim 9 cenderung didominasi oleh agenda perusahaan. Tim ini memanfaatkan kondisi kerentanan ekonomi masyarakat dengan menebarkan narasi psikologis *"siapa cepat dia dapat"*. Taktik ini menciptakan iklim persaingan antarwarga untuk segera menjual lahannya dengan harga murah, serta kerap melakukan tindakan *intervensi* dengan menghubungi anggota keluarga di perantauan demi menekan pemilik lahan di desa yang menolak menjual tanahnya.

4 Dalam hukum adat Batak Toba, *pago-pago* merupakan pengakuan dan pengukuhan adat atas penyerahan/penguasaan lahan secara sukarela untuk kepentingan sosial-komunal tanpa merampas kepemilikan kultural dasar warga. Sebagaimana dituturkan oleh Fernando Simorangkir (54 tahun), entitas perusahaan pada pembebasan lahan era 1990-an menyodorkan tiga opsi mekanisme pelepasan hak atas tanah kepada masyarakat: opsi *pago-pago* (penyerahan untuk kepentingan umum), transaksi bisnis murni, dan skema penetapan NJOP berdasarkan aturan pemerintah. Namun, penerapan skema ini terdistorsi oleh situasi keterdesakan ekonomi warga lokal, di mana norma adat *pago-pago* dan mekanisme NJOP digunakan untuk meligitimasi pelepasan hak milik tanah produktif warga dengan nilai ganti rugi yang sangat minim.

5 *Wawancara Kelompok Perempuan Desa Silangkitang*, Silangkitang, 25 Juli 2026, dikomparasi dengan Wawancara Tokoh Masyarakat dan LADN, dan *Wawancara dengan Pemerintah Desa dan Tokoh Masyarakat Desa Silangkitang*, Silangkitang, 27 Juli 2026.

Di sektor kehutanan adat, komoditas kemenyan yang bernilai tinggi—mencapai Rp300.000/kg—dahulu mengondisikan masyarakat untuk merawat hutan ulayat (*tombak haminjon*) secara berkelanjutan. Namun, hadirnya janji manis rekrutmen tenaga kerja serta peluang bekerja sementara di perusahaan berupah sekitar Rp4.000.000/bulan telah menarik minat generasi muda untuk meninggalkan tradisi *mangguris* (menoreh) kemenyan. Pergeseran nilai sosial ini berujung pada hilangnya otonomi ekonomi: generasi muda pemilik lahan kehilangan keterampilan kelola hutan ulayat, sementara janji rekrutmen tenaga kerja lokal pada akhirnya hanya menjadi fatamorgana. Sebagian besar anak pemilik lahan, termasuk yang berpendidikan sarjana, hanya dipekerjakan sebagai Buruh Harian Lepas (BHL) tanpa kepastian kontrak kerja atau bahkan terdorong menjadi buruh tani di lahan orang lain dengan upah Rp70.000 hingga Rp120.000 per hari. [6]

Proletarisasi warga tapak kian diperberat oleh membengkaknya biaya pengeluaran domestik rumah tangga. Paparan emisi gas dan zat asam dari cerobong uap perusahaan mempercepat proses korosi pada atap hunian warga. Warga terbiasa menggunakan seng karena harganya yang terjangkau, namun korosi ekstrem memaksa mereka mengganti atap rumah secara berkala setiap 5 tahun sekali. Dengan demikian, de-agrarisasi di Lembah Pahae bukan sekadar peralihan mata pencaharian, melainkan sebuah proses marginalisasi terstruktur yang mencabut kemandirian ekonomi rakyat, memutus tradisi kelola ekologis, dan menempatkan warga lokal dalam kerentanan finansial yang berkelanjutan.

Pembangunan infrastruktur *Steam Field and Steam Above Ground Surface* (SAGS) serta pemagaran area konsesi atas nama kawasan objek vital nasional secara sepihak telah memotong jalur-jalur tradisional warga menuju ladang mereka.[7] Akibatnya, para petani terpaksa memutar rute berkilo-kilometer melintasi bukit yang terjal, yang tidak hanya menguras energi dan menambah beban biaya produksi, tetapi pada akhirnya memaksa sebagian warga menelantarkan lahan garapan mereka. Masalah ini berbelit dengan degradasi lingkungan akibat aktivitas pengeboran intensif dan perubahan kontur tanah yang mengintervensi

6 Wawancara mendalam dengan Fernando Simorangkir (54 tahun), Perwakilan Pemilik Lahan Gelombang Kedua Desa Silangkitang, Silangkitang Tongah, 25 Juli 2026.

7 Fasilitas *Steam Field and Steam Above Ground Surface* (SAGS) berfungsi sebagai jembatan utama yang mengalirkan fluida panas bumi dari sumur produksi menuju pembangkit listrik (*Power Plant*). Sistem ini bekerja secara terpadu melalui beberapa tahapan, dimulai dari pengaturan debit dan tekanan awal fluida di *Wellhead* serta *Master Valve* pada area *Well Pad*. Fluida dua fasa yang keluar kemudian dialirkan melalui pipa alir (*Two-Phase Pipelines*) menuju *Steam Separator* untuk dipisahkan antara uap kering dan cairan air panas bumi (*brine*) menggunakan gaya sentrifugal. Uap kering berefisiensi tinggi selanjutnya disalurkan melalui pipa transmisi utama (*Main Steam Line*) yang terisolasi termal menuju turbin. Sebelum memasuki turbin, uap melewati *Demister/Scrubber* untuk menyaring sisa kelembapan dan partikel padat demi mencegah erosi pada sudu turbin, sementara *Rock Muffler* disiagakan untuk meredam suara dan tekanan saat terjadi pelepasan uap darurat (*venting*). Rangkaian sistem ini ditutup oleh sistem reinjeksi yang mengembalikan seluruh cairan *brine* dan kondensat ke dalam reservoir bawah tanah guna menjaga kelestarian tekanan serta mencegah pencemaran lingkungan permukaan. Sebagai komparasi penerapan infrastruktur ini di lapangan, fasilitas SAGS yang telah dibangun oleh PT. Sarulla Operations Ltd (SOL) mencakup total panjang jaringan pipa permukaan sepanjang 18 km, yang terbagi atas 5 km di area Silangkitang (SIL) dan 13 km di area Namora-I-Langit (NIL).

sistem hidrologi bawah tanah serta memicu kenaikan suhu mikro industri. Perubahan kondisi ekologis ini berkorelasi langsung dengan matinya pohon-pohon durian dan pohon petai secara massal dan misterius di sekitar tapak proyek. Hilangnya komoditas-komoditas kunci penopang likuiditas harian dan modal investasi antargenerasi tersebut secara perlahan meruntuhkan otonomi serta ketahanan ekonomi berbasis keluarga di Lembah Pahae.

3.3 Marginalisasi di Rumah Sendiri: Persepsi dan Ekspektasi yang Pupus

Riset partisipatori mengungkapkan kekecewaan mendalam dari para pemilik lahan gelombang awal maupun lanjutan.[8] Janji-janji manis mengenai alih profesi, peningatan kesejahteraan, dan penyerapan tenaga kerja bagi generasi muda terdidik asal desa sebagian besar tidak terealisasi. Pada awal pembebasan lahan, perusahaan menjanjikan pembangunan Balai Latihan Kerja (BLK) untuk membekali pemuda lokal dengan keahlian khusus di bidang *geothermal*. Namun hingga kini, keberadaan BLK tersebut tetap nihil. Ironisnya, ketiadaan sertifikasi teknis ini justru dijadikan dalih prosedural oleh perusahaan untuk menolak pemuda lokal dengan mematok kualifikasi berat, seperti pengalaman kerja minimal 5 tahun di industri panas bumi, sebuah syarat yang mustahil dipenuhi oleh warga perdesaan. Pemuda lokal berpendidikan tinggi tetap tidak terserap di posisi teknis dan hanya disodorkan pekerjaan kasar sebagai Buruh Harian Lepas (BHL) tanpa kepastian kontrak kerja atau perlindungan sosial.[9] Ketimpangan rekrutmen ini kian diperparah oleh praktik nepotisme dan dominasi vendor dari luar daerah. Peluang kerja BHL yang sangat terbatas sering kali mengandalkan akses ”orang dalam”, sehingga memicu iklim cemburu sosial dan kecemburuan horizontal di tengah warga desa. Bahkan untuk pengadaan skala kecil senilai Rp10 juta, perusahaan memberlakukan sistem tender formal yang selalu dimenangkan oleh pemasok dari kota besar seperti Jakarta dan Pekanbaru, mengabaikan potensi UMKM dan pedagang lokal yang ada di Silangkitang.[10] Janji komitmen memberdayakan Masyarakat dan pembangunanan jalur produksi pertanian pun menguap, meninggalkan warga dalam kemiskinan struktural di atas tanah yang tak lagi dapat mereka garap.

8 Berdasarkan memori kolektif dan kesaksian historis warga lokal (seperti dituturkan oleh Fernando Simorangkir, 54 tahun, serta para tokoh masyarakat di Silangkitang), periodesasi pembebasan lahan di wilayah ini terbagi ke dalam beberapa gelombang utama, yaitu: *Gelombang awal* (Fase Eksplorasi Awal / Era 1990-an), berlangsung sekitar tahun 1990–1994 di bawah entitas perusahaan pengembang awal (*Unocal 76*). Pada fase ini, pembebasan lahan difokuskan untuk tapak sumur awal dengan nilai ganti rugi tanah yang sangat murah (berkisar Rp4.500–Rp8.500/m^2) melalui perantara Tim 9. *Gelombang lanjutan* (Fase Pembangunan Infrastruktur Skala Masif / Era 2012–2015), berlangsung pada masa persiapan konstruksi dan perluasan area konsesi oleh pengembang saat ini (*PT. Sarulla Operations Ltd / Hyundai*). Pada fase ini, ganti rugi tanah meningkat hingga kisaran Rp80.000–Rp100.000/m^2. Meskipun secara nominal ganti rugi uang tunai lebih tinggi, pada gelombang ini pula janji-janji lisan mengenai kompensasi sosial—seperti pendirian Balai Latihan Kerja (BLK), pembangunan akses jalan tani, dan prioritas rekrutmen anak-anak pemilik lahan, paling gencar disampaikan namun hingga kini diabaikan.

9 Wawancara Fernando Simorangkir, *op. cit.*, dikomparasi dengan Wawancara Lintong Sihombing dkk., *op. cit.*

10 Wawancara Pemerintah Desa dan Tokoh Masyarakat (Lintong Sihombing dkk.), *op. cit.*, 27 Juli 2026,

Di saat yang sama, status Proyek Strategis Nasional (PSN) yang melekat pada PT. SOL berfungsi sebagai "perisai korporasi" yang menyumbat saluran advokasi dan protes vertikal warga ke pemerintah. Setiap kali warga mengeluhkan dampak lingkungan, seperti krisis air bersih, kerusakan irigasi, maupun ancaman kebisingan dan polusi uap, dimana keluhan tersebut kerap direspons secara represif atau diabaikan secara sistematis. Pengalaman sejarah mencatat bahwa saat warga melakukan aksi protes pada tahun 2016 menolak uji coba sumur (*well-test*) yang menimbulkan dentuman ledakan dan semburan batu tanpa pemberitahuan, respons aparat penegak hukum (Polisi dan TNI) justru berujung pada penangkapan massal terhadap sekitar 40 warga, di mana 21 orang di antaranya ditahan selama lebih dari satu bulan.[11]

"Waktu itu *well-test* meledak tanpa ada pemberitahuan, batu-batu kecil terbang dan suara dentumannya membuat kami ketakutan setengah mati. Kami cuma datang menanyakan keselamatan kami, tapi malah dihadapkan dengan Polisi dan TNI. Ada 40 orang yang ditangkap, dan 21 orang ditahan sampai satu bulan lebih. Sejak kejadian itu, warga jadi takut bersuara." — Tokoh Masyarakat Desa Silangkitang.

Dampak psikososial dari represi masa lalu dan keberadaan aparat keamanan yang berjaga di sekitar pagar konsesi menciptakan "trauma kolektif" yang membungkam daya kritis warga. Forum konsultasi publik bulanan yang semula disediakan untuk menampung aspirasi kini diubah menjadi tiga bulanan dan kehilangan legitimasinya; warga enggan hadir karena keluhan tidak pernah ditindaklanjuti dan pihak perusahaan lebih banyak menyampaikan klaim kerugian operasional. Warga terpaksa menahan paparan bau gas menyengat dan kebisingan harian karena setiap upaya penyampaian aspirasi kerap distigmatisasi sebagai tindakan "anti-pembangunan" atau "menghambat agenda transisi energi nasional". Akibatnya, warga mengalami alienasi dan marginalisasi mendalam—terasing dari ruang kelola, terabaikan dari manfaat ekonomi, serta terbungkam di atas tanah kelahiran mereka sendiri. ●

11 Konflik terbuka antara warga lokal dengan pihak perusahaan (yang saat itu masih dikerjakan oleh kontraktor utama Hyundai) memuncak pada tahun 2016 di area Silangkitang. Pemicu utama ketegangan adalah pelaksanaan uji coba sumur (*well-test*) yang dilakukan tanpa sosialisasi maupun pemberitahuan dini (*early warning*) kepada permukiman warga terdekat. Belum terpasangnya fasilitas peredam suara yang memadai saat uji coba berlangsung memicu dentuman ledakan bersuara sangat keras disertai semburan uap bermaterialkan debu dan batu-batu kecil yang menghantam kawasan sekitar. Situasi ini menimbulkan kepanikan massal serta rasa takut ekstrem pada warga yang mengira telah terjadi bencana geologis atau kebocoran gas beracun H_2S. Ketika puluhan warga mendatangi lokasi proyek untuk meminta penjelasan dan jaminan keselamatan dari perwakilan manajemen/Humas, komunikasi di lapangan berlangsung buntu dan diwarnai sikap provokatif dari pekerja asing, hingga berujung pada pengerahan aparat penegak hukum (Polisi dan TNI) untuk mengamankan area konsesi. Eskalasi ketegangan berakhir pada tindakan penangkapan massal terhadap sekitar 40 warga. Dari jumlah tersebut, 19 orang dibebaskan setelah menjalani pemeriksaan intensif selama 1x24 jam, sementara 21 warga lainnya ditahan selama 1 hingga 4 bulan dan baru dibebaskan menjelang Hari Raya Natal. Peristiwa krisis ini menciptakan instabilitas psikososial yang mendalam, di mana ketakutan akan kriminalisasi dan kehadiran aparat penegak hukum di sekitar area operasional secara bertahap membungkam daya kritis serta aksi penyampaian aspirasi warga hingga saat ini.

BAGIAN IV

Degradasi Lingkungan, Krisis Hidrologi, dan Ancaman Keselamatan Ruang Hidup Warga

4.1 Hak atas Lingkungan dan Air: Krisis Sumber Daya Air dan Sanitasi

Krisis hidrologis yang mendera kawasan pemukiman dan bentang pertanian di Lembah Pahae bukan sekadar fenomena alamiah akibat pergeseran iklim makro, melainkan cerminan dari degradasi mutu air sistemik pada skala Daerah Aliran Sungai (DAS) regional di Tapanuli Utara. Penelusuran spasial dan hidro-ekologis menunjukkan bahwa wilayah hulu (seperti kelompok desa di kawasan Banuaji, Kecamatan Adian Koting) memiliki keterhubungan bentang alam alami dengan jaringan sungai yang mengalir menuju dataran rendah di hilir, termasuk bentangan ruang hidup warga Desa Silangkitang di Kecamatan Pahae Jae.

Sistem tata air di Tapanuli Utara terikat dalam ekosistem perairan komunal. Badan-badan air dari perbukitan Banuaji mengalir dan bermuara pada anak-anak sungai utama yang menyokong irigasi pertanian serta pemenuhan air domestik masyarakat di Lembah Pahae. Ketika aktivitas eksplorasi dan ekstraksi geothermal berlangsung di kawasan perbukitan dan reservoir sekitar, intervensi geokimia alami (seperti pelepasan gas fluida hidrotermal H_2S dan CO_2, pelarutan batuan vulkanik, serta presipitasi mineral) bersama limpasan kegiatan industri/antropogenik merembes dan membawa beban cemaran ke sepanjang badan air tersebut.[1]

Hasil uji laboratorium independen terhadap sampel air sungai di kawasan Banuaji (stasiun BN-01 hingga BN-04) yang diuji berdasarkan standar baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Kriteria Kelas 1 (Air Baku Minum) dan

1 Jaringan Advokasi Tambang (JATAM), *Hasil Analisa Air Sungai Banuaji – Roburan Dolok Mei 2025* (Malang: Laboratorium Perum Jasa Tirta I & JATAM, 2025), hlm. 1.

Kelas 2 (Irigasi/Peternakan) mengonfirmasi tingkat degradasi fisik, kimia, dan biologis yang amat parah:[2]

a. Seluruh titik pantau perairan di Banuaji berada pada tingkat keasaman yang sangat tinggi dengan kisaran pH 2,15 hingga 2,61 (jauh di bawah ambang batas aman baku mutu 6–9). Keasaman ekstrem ini tidak hanya memicu korosivitas tinggi, tetapi juga mempercepat pelarutan dan mobilitas logam-logam berat ke dalam badan air yang mengalir ke hilir.[3]
b. Air sungai di hulu terbukti terkontaminasi oleh logam berat berpotensi toksik yang melampaui baku mutu Kelas 1 dan Kelas 2, seperti:
   - Timbal (Pb): Mengalami lonjakan hingga 0,0625 mg/L pada titik BN-02 (ambang batas baku mutu 0,03 mg/L. Timbal bersifat persisten, bioakumulatif, dan toksik bagi sistem saraf serta ginjal.[4]
   - Mangan (Mn) & Besi (Fe): Kadar Mangan terlarut di seluruh titik pantau Banuaji (mencapai 0,8523 mg/L di BN-03) melampaui standar baku mutu 0,1 mg/L, sementara Besi terlarut menembus 0,6462 mg/L di BN-01 (standar baku mutu 0,3 mg/L), yang menyebabkan keruhnya air serta endapan cokelat kemerahan.[5]
   - Seng (Zn): Mengalami peningkatan melebihi batas baku mutu hingga 0,1022 mg/L pada titik BN-03.[6]
c. Tingginya Senyawa Belerang (Sulfat & Sulfida): Ion Sulfat terdeteksi mencapai 543,2 mg/L pada BN-03 (melebihi standar baku mutu 300 mg/L), sementara Hidrogen Sulfida (H_2S^-) menembus angka 0,0673 mg/L di BN-02 (melebihi ambang batas 0,002 mg/L). Tingginya senyawa sulfur ini berhubungan langsung dengan dekomposisi anoksik dan pelepasan geotermal yang memberikan aroma belerang menyengat.[7]
d. Kontaminasi Nutrien & Mikrobiologi: Kadar Nitrat melonjak ekstrem hingga 183,00 mg/L (ambang baku mutu 10 mg/L), dan Total Nitrogen mencapai 183,6 mg/L. Secara biologis, cemaran Total Coliform (mencapai 2.300 MPN/100 mL) dan Faecal coli (mencapai 780 MPN/100 mL) membuktikan air hulu tercemar bahan organik parah dan berisiko tinggi memicu patogen pencernaan.[8]
e. Status Mutu Air (Indeks Pencemaran / IP): Perhitungan status mutu air sungai Banuaji menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) menghasilkan nilai IP antara 4,53 hingga 6,20 yang mengategorikan kualitas perairan hulu tersebut dalam status Cemar Sedang hingga Cemar Ringan.[9]

2 *Ibid*
3 Ibid., hlm.3.
4 Ibid., hlm.11.
5 Ibid., hlm.10-11.
6 Ibid., hlm.11.
7 Ibid., hlm. 4-5.
8 Ibid., hlm. 7-9,12.
9 Ibid., hlm. 13-14.

HASIL ANALISIS LABORATORIUM UNTUK AIR SUNGAI

NO	PARAMETER	SATUAN	STANDAR BAKU MUTU KELAS 1 (KADAR MAKSIMUM *)	HASIL ANALISIS						KETERANGAN
				SAMPEL 1 BN-01	SAMPEL 2 BN-02	SAMPEL 3 BN-03	SAMPEL 4 BN-04	SAMPEL 5 ROBURAN DOLOK	SAMPEL 6 SBT	
1	Suhu	^0C	Deviasi 3(**	26	26	26	26	26		Analisa di Lab
2	pH	-	6-9	2,61	2,25	2,15	2,43	2,09		Analisa di Lab
3	Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	1000	460,0	108,0	1304,0	103,2	2378		**Batas bawah suhu 26^{0}C dan batas atas suhu 32^{0}C
4	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	mg/L	40	6,00	5,60	5,28	5,80	6,82		
5	Warna	Pt.Co	15	< 3.367	< 3.367	6,665	< 3.367	< 3.367		
6	BOD	mg/L	2	6,62	6,01	5,98	5,99	6,57		
7	COD (Spektro)	mg/L	10	22,62	18,29	17,95	17,83	21,77		
8	Oksigen Terlarut (DO)	mg O_2/L	6 (***	7,53	7,55	7,29	7,56	7,64		***Batas minimum
9	Sulfat	mg/L	300	361,8	23,82	543,2	25,23	403,5		
10	Klorida (Cl)	mg/L	300	92,1	39,6	34,6	44,5	139		
11	Nitrat (NO_3^- N-)	mg/L	10	70,03	159,60	183,00	170,00	179,40		
12	Nitrit (NO_2^- N-)	mg/L	0,06	0,0119	0,0130	0,0121	0,0123	0,0122		
13	Amonia (NH_3 -N)	mg/L	0,1	0,2384	0,2523	0,2512	0,2182	0,7982		
14	Total Nitrogen	mg/L	15	70,59	160,3	183,6	170,4	180,9		
15	Total Fosfat (PO_4-P)	mg/L	0,2	1,444	0,0248	0,1937	0,0350	0,1250		
16	Fluorida	mg/L	1	0,9685	1,2	1,191	0,9943	1,1430		
17	Sulfida (H_2S^-)	mg/L	0,002	0,023	0,0673	0,0326	0,0381	0,0680		
18	Sianida	mg/L	0,02	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020		
19	Klorin Bebas	mg/L	0,03	< 0.011	< 0.011	0,18	< 0.011	< 0.011		
20	Barium	mg/L	1	< 0.0336	< 0.0336	0,0453	< 0.0336	< 0.0336	< 0.0336	
21	Boron (B)	mg/L	1	0,0628	0,0614	0,0784	0,0634	0,0849	0,1070	
22	Raksa (Hg) Larut	mg/L	0,001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	
23	Arsen (As) Larut	mg/L	0,05	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	< 0.0003	
24	Selenium (Se) Larut	mg/L	0,01	< 0.0018	< 0.0018	< 0.0018	< 0.0018	< 0.0018	< 0.0018	
25	Besi (Fe) Larut	mg/L	0,3	0,6462	0,2366	0,5027	0,2273	0,1370	0,1666	
26	Kadmium (Cd) Larut	mg/L	0,01	< 0.0060	< 0.0060	< 0.0060	< 0.0060	< 0.0060	< 0.0060	
27	Kobal (Co) larut	mg/L	0,2	< 0.0200	< 0.0200	< 0.0200	< 0.0200	< 0.0200	< 0.0200	
28	Mangan (Mn) Larut	mg/L	0,1	0,3482	0,1905	0,8523	0,0959	0,3725	0,1086	
29	Nikel (Ni) Larut	mg/L	0,05	< 0.0296	< 0.0296	< 0.0296	< 0.0296	< 0.0296	< 0.0296	
30	Seng (Zn) Larut	mg/L	0,05	< 0.0210	0,0357	0,1022	< 0.0210	< 0.0210	0,0811	
31	Tembaga (Cu) Larut	mg/L	0,02	< 0.0084	< 0.0084	< 0.0084	< 0.0084	< 0.0084	< 0.0084	
32	Timbal (Pb) Larut	mg/L	0,03	< 0.0046	0,0625	0,0566	0,0388	< 0.0046	0,0579	
33	Krom Val.6	mg/L	0,05	< 0.0055	< 0.0055	< 0.0055	< 0.0055	< 0.0055		
34	Minyak/Lemak	mg/L	1	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.8		
35	Deterjen	mg/L	0,2	0,1194	0,1302	0,1525	0,1387	0,0819		
36	Fenol	mg/L	0,002	< 0.0020	0,0036	< 0.0020	< 0.0020	< 0.0020		
37	Total Coliform	MPN/100 mL	1000	1400	1500	1700	2300	1700	2000	
38	Faecal coli	MPN/100 mL	100	560	450	550	780	680	680	
39	Sampah	-	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	Nihil	

Gambar 5. Hasil Analisis Laboratorium Untuk Air Sungai untuk Parameter Fisika, Kimia dan Biologi Baku Mutu Kelas 1.

Sumber: JATAM, 2025

Degradasi mutu perairan di kawasan hulu Banuaji yang dicirikan oleh keasaman ekstrem serta kontaminasi berat unsur sulfur dan logam-logam toksik tidak berhenti sebagai krisis lingkungan lokal di perbukitan. Melalui jaringan sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) yang melintasi kontur topografi Tapanuli Utara, limpasan air tercemar ini bergerak secara kontinu menuju dataran rendah Lembah Pahae. Akumulasi paparan limbah hidrotermal dan limbah industri dari hulu yang bertemu dengan pemotongan kontur akuifer akibat eksplorasi geotermal di tingkat tapak pada akhirnya menciptakan sebuah krisis hidrologi sistemik di Desa Silangkitang. Rangkaian krisis yang mendera ruang hidup warga pedesaan ini tidak terjadi secara terpisah, melainkan bekerja melalui mekanisme kausalitas yang saling bertali-temurun (impact repercussion). Untuk membedah bagaimana intervensi ekologis makro terkonversi menjadi kerentanan riil di tingkat rumah tangga, secara skematis mata rantai krisis hidrologis dan lingkungan di Desa Silangkitang ini terbagi ke dalam empat tingkatan dampak, yaitu:

1. Aktivitas eksplorasi dan pengeboran kedalaman sumur geotermal oleh PT Sarulla Operations Ltd (SOL) mengintervensi struktur hidrologi dan tatanan akuifer bawah tanah. Hal ini memicu penurunan debit secara drastis pada tiga titik mata air utama desa serta menyusutkan aliran irigasi Sungai Aek Hapesong.
2. Dari Sisi Kuantitas, terjadi kelangkaan air domestik dan irigasi persawahan. Warga terpaksa mengular antrean air di mata air jauh (*Simena Henak*) atau merogoh modal pribadi untuk memasang jaringan selang swadaya hingga 150 meter demi mencukupi kebutuhan sanitasi harian. Sementara di sisi kualitas, Sebanyak 65% warga mengalami pencemaran kualitas air bersih. Air berubah keruh kekuningan, berminyak, serta memercikkan bau belerang menyengat—terutama sewaktu curah hujan turun atau saat aktivitas pembersihan sumur (*well washing*) berlangsung.[10]
3. Krisis air menghantam langsung 25 *enclave* cekungan persawahan seluas ±90 hektar (dengan konsentrasi utama 50 hektar di Dusun 1, 2, dan 3). Kombinasi ketiadaan irigasi dan anomali iklim pada tahun 2025 memuncak pada gagal panen massal sebesar 80% pada tanaman padi.[11]
4. Kegagalan bertani padi memaksa para petani mengondisikan alih fungsi lahan secara terpaksa ke tanaman jagung hibrida yang tahan kering. Transformasi ini menggerus kedaulatan pangan lokal, memutus tradisi lumbung beras komunal, dan meningkatkan ketergantungan petani pada benih komersial pabrikan.

Dampak krisis air ini memukul paling keras kelompok perempuan pedesaan. Untuk memenuhi kebutuhan air minum dan memasak keluarga, ibu rumah tangga seperti HS Sitompul (44 thn) terpaksa merutinkan mobilitas fisik dengan memikul jeriken 10 liter menuju mata air jauh (*Simena Henak*) sebanyak 2 kali seminggu. Sementara untuk kebutuhan mencuci dan MCK dasar, warga harus mengeluarkannya modal swadaya membangun jaringan pipa selang plastik hingga 150 meter atau mengandalkan bak penampungan air sungai yang kondisinya tercemar.

Untuk menguji secara mendalam pergeseran daya dukung lingkungan di tingkat tapak, tabel berikut menyajikan sintesis triangulasi data empiris partisipatif mengenai kondisi hidrologi, pertanian, dan sanitasi warga di Dusun 1, 2, dan 3 Desa Silangkitang sebelum dan sesudah masuknya operasional eksplorasi geotermal PT. Sarulla Operations Ltd (SOL):

10 Penurunan kualitas air domestik yang dialami 65% warga serta beban ganda perempuan (*gendered burden*) dalam pemenuhan air bersih keluarga diuraikan dalam kajian LADN dan Yayasan Bitra Indonesia, *Laporan Kajian Partisipatori Riset Aksi: Penilaian Risiko Bencana dan Iklim Berbasis Partisipasi Masyarakat (PACDR) di Kecamatan Pahae Jae* (Medan: Yayasan BITRA Indonesia, 2026), hal. 21–25, serta diperkuat oleh kesaksian kualitatif warga Dusun 1 Desa Silangkitang, HS Sitompul (44 thn).

11 Rangkaian dampak (*impact repercussion*) krisis hidrologi dan disrupsi agraris di Desa Silangkitang terdokumentasi secara detail dalam laporan riset partisipatori oleh Iswan Kaputra dan Berliana Siregar, *Laporan Kajian Partisipatif: Participation Assessment Climate & Disaster Risk (PACDR) & Participatory Rural Appraisal (PRA) Desa Silangkitang, Kecamatan Pahae Jae, Tapanuli Utara Tahun 2025* (Medan: Yayasan BITRA Indonesia, 2026), hal. 19–24. Laporan ini merekam bagaimana penurunan debit mata air dan kemarau 2025 memicu gagal panen padi hingga 80% pada 25 *enclave* persawahan desa (khususnya 50 hektar di Dusun 1–3), yang kemudian memaksa petani beralih menanam jagung hibrida.

Tabel 4.1. Perubahan Spasial Hidrologi & Sanitasi Dusun 1-3 Desa Silangkitang/ Sumber: Diolah dari Iswan Kaputra dan Berliana Siregar (2026), hal. 19–24; serta wawancara kualitatif HS Sitompul (44 thn), Dusun 1 Silangkitang.

Indikator Spasial & Ekologi	Sebelum Operasional Geothermal (Pra-2017)	Sesudah Operasioanal Geothermal (Pasca 2017 – 2025/2026)	Implikasi Hak Dasar & Kerentanan
Kuantitas & Debit Mata Air Utama	Pasokan air jernih dan dingin berlimpah dari 3 titik mata air desa sepanjang tahun. Debit irigasi Sungai Aek Hapesong dan parit desa mengalir stabil.	Penurunan debit secara drastis pada 3 titik mata air utama. Parit utama dan aliran Aek Hapesong mengering saat kemarau singkat.	Ancaman krisis air domestik dan runtuhnya sistem irigasi pertanian komunal.
Kualitas Air Domestik (Fisik & Bau)	Air sumur galian dan sungai jernih, segar, tidak berbau, dan aman langsung digunakan untuk MCK/konsumsi.	65% warga mengeluhkan degradasi kualitas air. Air keruh kekuningan, berminyak, dan berbau belerang (terutama saat hujan / *well washing*).	Pelanggaran Hak atas Lingkungan Sehat & Sanitasi Layak; ancaman penyakit kulit.
Produktivitas Sawah & Pertanian (Dusun 1–3)	±50 Hektar persawahan produktif (bagian dari 90 Ha total desa) terairi sempurna dengan panen padi stabil.	80% persawahan gagal panen (dampak kemarau & krisis air 2025). Petani mengalihfungsikan sawah ke tanaman jagung.	De-agrarisasi terpaksa, penurunan pendapatan, dan ancaman kedaulatan pangan lokal.
Beban Domestik & Akses Air Perempuan	Air tersedia di sekitar pemukiman/ pekarangan. Mandi 1 kali/hari cukup karena iklim sejuk alami.	Perempuan memikul jeriken 10 L ke mata air *Simena Henak* (2x/ minggu) & memasang selang swadaya hingga 150m.	*Gendered vulnerability* (peningkatan beban kerja domestik & fisik perempuan).

Kohesi Sosial & Tata Kelola Air	Distribusi air irigasi dikelola secara komunal melalui tradisi gotong royong (*marsiadapari*) tanpa konflik.	Terjadi gesekan dan konflik horizontal antarwarga akibat perebutan sisa debit air irigasi yang terbatas.	Erosi modal sosial dan retaknya kohesi relasi antarwarga desa.
Cakupan & Responsivitas Bantuan CSR	Tergantung pada pemenuhan alami bentang alam pedesaan.	Bantuan pipanisasi/ CSR PT. SOL bersifat konvensional, terpusat di area tertentu (depan kantor desa), dan tidak merata.	Ketimpangan akses infrastruktur dasar antar-dusun (Dusun 3 Sipilpil terisolasi).

4.2 Hak atas Keamanan dan Kesehatan: Polusi Suara, Getaran, dan Bau Belerang

Pemenuhan Hak Asasi Manusia atas Kesehatan dan Rasa Aman (*Universal Declaration of Human Rights, 1948*) di kawasan tapak industri Lembah Pahae berada dalam kondisi yang sangat mengkhawatirkan. Operasional komersial Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla—yang dikelola oleh PT Sarulla Operations Ltd (SOL) di dua episentrum utama, yakni kluster Silangkitang (SIL) di Kecamatan Pahae Jae dan kluster Namora I Langit (NIL) di Kecamatan Pahae Julu—berlangsung secara nonstop selama 24 jam sehari. Kompleksitas infrastruktur teknis berupa turbin uap berkapasitas 330 MW, fasilitas pemisah uap (*separator*), serta bentangan lintasan pipa transmisi geothermal bertekanan tinggi sepanjang 1 kilometer (*Steam Field and Steam Above Ground Surface* / SAGS) yang berjarak hanya sekitar 500 meter dari pemukiman warga dan fasilitas publik (seperti gedung Sekolah Dasar) menciptakan medan paparan fisik harian yang masif.

Dokumen ANDAL PT. SOL (2009) sejatinya telah memprediksi bahwa operasional sumur dan turbin geothermal membawa risiko dampak lingkungan penting berupa pelepasan gas Hidrogen Sulfida (H_2S) dengan tingkat bahaya ”cukup tinggi” bagi makhluk hidup sekitar. Di tingkat tapak, pelepasan emisi gas berbau belerang menyengat ini bertambah parah saat terjadinya presipitasi hujan atau ketika pihak perusahaan menggelar pembersihan sumur (*well washing*) dan pembuangan uap berlebih (*steam venting*).

Paparan akumulatif ini berkolerasi langsung dengan temuan kuantitatif riset aksi, di mana terdapat lonjakan 20% kasus gangguan kesehatan pernapasan pada masyarakat lokal di sekitar pemukiman ring-1. Dampak ini bermanifestasi

secara nyata dalam tingginya prevalensi penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), batuk kronis, serta iritasi kulit dan mata. Rentang dampak biologis ini memukul paling keras kelompok rentan pedesaan, yakni anak-anak sekolah yang ruang belajarnya berdampingan dengan jaringan pipa uap bertekanan tinggi, serta populasi lansia (mencakup 60 jiwa lansia terlacak di Silangkitang) yang memiliki daya tahan tubuh lemah.[12]

Selain pencemaran udara berbau belerang, warga di kawasan Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura harus menanggung polusi suara konstan dan getaran mekanis bumi secara berkesinambungan. Gemuruh turbin uap malam demi malam merenggut kenyamanan istirahat warga, memicu gangguan tidur kronis (*insomnia*), dan berujung pada akumulasi stres biologis berkelanjutan.

Kondisi ini diperparah oleh ketiadaan sistem peringatan dini (*Early Warning System*) yang transparan saat terjadi gangguan operasional teknis. Mesin industri kerap mengalami lonjakan tekanan mendadak yang oleh pekerja disebut sebagai kondisi TRIP, suara kebisingan ekstrem yang disusul bunyi ledakan nyaring dan semburan asap tebal pembawa material debu halus ke pekarangan rumah warga. Bunyi ledakan tiba-tiba tanpa pemberitahuan resmi ini membangkitkan kembali memori trauma kolektif masa lalu (*flashback)* atas insiden meledaknya sumur uji coba/*well-test* serta semburan batu pada tahun 2013 dan 2016) yang menempatkan warga dalam ketakutan harian akan ancaman keselamatan jiwa dan kecelakaan industri.

Untuk membedah secara komprehensif spektrum ancaman fisik dan psikososial di sekitar tapak PLTP Sarulla, tabel berikut menyajikan triangulasi antara sumber polutan, manifestasi dampak kesehatan, serta dampaknya terhadap HAM:

12 Kaputra dan Siregar, *Ibid.,* hlm. 21–24. Laporan ini merekam bahwa sebaran gas belerang dan polusi uap industri berkorelasi langsung dengan lonjakan 20% kasus ISPA pada populasi terdampak.

Tabel 4.2. Triangulasi Dampak Populasi Fisik dan Kesehatan Masyarakat Silangkitang/ Sumber: Diolah dari PT Sarulla Operations Ltd (2009), hlm. 8–12; Iswan Kaputra & Berliana Siregar (2026), hlm. 21–24, 32–34.

Parameter Polusi/Stresor Fisik	Sumber Operasional Industri	Dampak Kesehatan & Spesifik (Data PAR)	Implikasi Hak Dasar & Kerentanan (PACDR)
Pencemaran Gas H_2S & Gas Belerang	Pembersihan sumur (*well washing*), *steam venting*, dan emisi cerobong uap.	Lonjakan 20% kasus ISPA; iritasi mata, tenggorokan, dan gatal kulit. Rentan mendera anak-anak & 60 lansia desa.	Pelanggaran Hak atas Kesehatan (*Right to Health)* & Lingkungan Hidup yang Sehat.
Kebisingan Konstan Turbin Uap (24 Jam)	Operasional unit pembangkit SIL Plant & NIL Plant berjarak 500m dari rumah warga.	Gangguan tidur kronis (insomnia); penurunan konsentrasi belajar anak; stres biologis berkelanjutan.	Terabaikannya Hak atas Tingkat Kehidupan yang Layak dan Rasa Tentram.
Dentuman TRIP & Suara Well-Test	Kejadian *unplanned shutdown* (TRIP) & aktivitas pembersihan pipa bertekanan.	Dentuman keras tiba-tiba; sebaran debu halus ke pemukiman warga.	Ancaman keselamatan fisik & minimnya *Early Warning System* perusahaan.
Getaran Mekanis & Kebocoran Pipa SAGS	Pipa transmisi geothermal sepanjang 1 km melintasi rumah warga & dekat SD.	Ancaman gempa lokal; ketakutan warga akan pipa meledak/bocor gas asam.	Pelanggaran Hak atas Rasa Aman (*Right to Security*) & trauma psikososial kolektif.

4.3 Risiko Bencana Geologis, Perubahan Cuaca & Suhu Mikro Lokal

Bentang alam Lembah Pahae yang terbentang di Tapanuli Utara bukanlah ruang hampa tanpa dinamika geologis. Karakteristik topografinya yang berbukit-bukit dengan kemiringan lereng ekstrem (500 hingga 1.500 mdpl) secara alamiah menempatkan kawasan ini dalam zona kerentanan tektonik dan hidro-geologis yang peka. Namun, hadirnya megaproyek Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla yang dikelola PT Sarulla Operations Ltd (SOL) telah mengamplifikasi kerentanan alami tersebut menjadi ancaman bencana harian yang nyata bagi warga tapak. Melalui instrumen *Participatory Analysis of Climate and Disaster Risks* (PACDR) dan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang difasilitasi oleh Yayasan BITRA Indonesia pada Februari 2026, warga Desa Silangkitang mengidentifikasi bahwa ruang hidup mereka kini dikepung oleh akumulasi ancaman ganda: bencana alam yang diperparah oleh iklim, serta bencana non-alam (tekno-industri) akibat operasional korporasi.

Dalam pelaksanaan kajian partisipatif (PACDR-PRA), proses pengungkapan kerentanan dilakukan melalui pendekatan sensitif gender dengan memisahkan kelompok diskusi laki-laki dan kelompok perempuan. Pemisahan ini bertujuan untuk menghapus dominasi artikulasi dan menggalang pengalaman subjektif yang berbeda dari masing-masing kelompok gender di tingkat tapak. Dari alur analisis peta bahaya, kalender musim, dan diagram kelembagaan, kedua kelompok berhasil mengerucutkan beberapa masalah yang terkait lingkungan, sosial, dan kerentanan ekonomi yang mengancam keberlanjutan hidup mereka. Pengerucutan ini didasarkan pada dua kriteria utama: seberapa luas sebaran dampaknya terhadap warga desa dan seberapa persisten (lama) ancaman tersebut melumpuhkan ruang hidup mereka.

Isu-isu pokok ini secara eksplisit mengonfirmasi bahwa masyarakat Desa Silangkitang tidak lagi hanya berhadapan dengan bahaya alam murni, melainkan terjebak dalam akumulasi kerentanan ganda yang menggabungkan ancaman alamiah dengan risiko tekno-industri ekstraktif. Hasil pemetaan warga memperlihatkan bagaimana Bencana Alam dan Bencana Non-Alam saling mengamplifikasi di topografi ekstrem Pahae:

1. Bencana Alam yang Teramplifikasi oleh Perubahan Iklim dan Aktivitas Industri: Secara geologis, Desa Silangkitang berada di lintasan jalur aktif Sesar Besar Sumatra (Sesar Semangko) yang memiliki intensitas gempa tektonik berkala tinggi. Kerentanan alamiah ini makin diperparah oleh dinamika iklim lokal yang ekstrem, berupa terpaan angin kencang, curah hujan tinggi, serta frekuensi sambaran petir yang merusak infrastruktur warga. Namun, dampak bencana alam seperti banjir bandang dan kekeringan tidak berdiri sendiri. Pembukaan lahan vegetasi perbukitan untuk koridor instalasi panas bumi telah merusak daya serap tanah hulu. Akibatnya, saat musim hujan tiba, air meluap membawa sedimentasi lumpur yang merusak hektaran sawah warga; sebaliknya saat

kemarau, penurunan debit air permukaan terjadi secara drastis karena hilangnya tangkapan air alami.

2. Bencana Non-Alam (Risiko Tekno-Industri & Ekstraktif Korporasi): Kehadiran fisik instalasi megaproyek PLTP Sarulla menumpuk lapisan risiko baru yang tidak pernah dialami warga sebelumnya. Warga mengidentifikasi bencana non-alam sebagai ancaman eksistensial harian yang bersumber langsung dari koridor industri:
   - Ancaman Gas Beracun (H_2S/Belerang): Aroma menyengat belerang yang terlepas ke udara bebas memicu ketakutan massal akan kebocoran gas beracun fatal serta mengganggu kesehatan pernapasan warga.
   - Guncangan Frekuensi Tinggi & Kerusakan Tanah: Getaran turbin uap yang beroperasi nonstop 24 jam dipadukan dengan lalu-lalang kendaraan berat pengangkut material proyek secara terus-menerus melemahkan keterikatan tanah lereng (soil cohesion). Hal ini memicu retakan tebing di sepanjang jalur pipa bertekanan tinggi (Steam Field and Steam Above Ground Surface/ SAGS) dan menaikkan potensi longsor mendadak.
   - Polusi Suara & Trauma Akustik (Trip): Suara dentuman keras dan ledakan mendadak saat terjadinya pelepasan tekanan uap darurat dari stasiun panas bumi kerap menciptakan trauma psikologis serta kepanikan massal pada warga Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura. Warga menyadari bahwa apabila terjadi kegagalan struktur pada pipa SAGS atau letupan sumur panas bumi di atas lereng tempat tinggal mereka, dampaknya adalah bencana teknologis mematikan yang tertimbun longsoran atau tersapu uap panas bertekanan tinggi.

Penyatuan analisis ini menegaskan temuan inti riset aksi: operasional ekstraktif panas bumi di Silangkitang telah mengubah kerentanan geologis alami menjadi ancaman bencana industri yang sewaktu-waktu dapat melumpuhkan keselamatan jiwa dan ruang hidup warga secara sistemik.

Melalui instrumen transek dan pemetaan wilayah, warga menemukan 5 titik rawan longsor baru yang secara spesifik mengapit koridor utama lintasan pipa geotermal, jalur Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) 150 kV, dan pemotongan tebing bukit untuk tapak sumur (*wellpad*). Pemotongan lereng berisiko tinggi tanpa penguatan wall bronjong atau *retaining wall* yang memadai telah menghilangkan vegetasi penahan air berakar dalam. Ketika hujan berintensitas tinggi mengguyur, tebing-tebing rapuh ini terancam ambrol dan memutus akses utama jalan desa Tarutung–Padangsidimpuan serta mengisolasi persawahan *enclave* petani di Dusun 3 Sipilpil. [13]

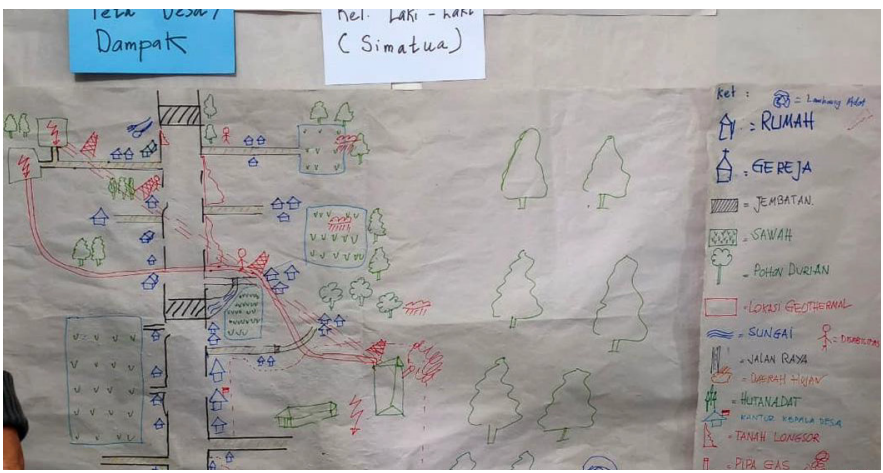
Dalam proses analisis partisipatif ini, warga Silangkitang memetakan pergeseran pola iklim mikro dan siklus kerentanan yang berdampak langsung pada ketahanan

13 Hasil Pemetaan Risiko Bencana & Transek Riset Aksi, Tim Pokja Bencana Desa Silangkitang & Yayasan BITRA Indonesia, *Dokumen Presentasi Kajian Partisipatif (PACDR) Desa Silangkitang: Pemetaan Bahaya, Kalender Musim, dan Isu Pokok Lingkungan,* Tapanuli Utara: BITRA Indonesia, Februari 2026, hlm. 3–5; serta *Draft Laporan Riset Aksi Partisipatori: Transformasi Ruang dan Hak,* 2026, hlm. 12–15

pangan dan keselamatan warga. **Pertama**, terkait dengan puncak musim hujan & longsor (Oktober – Januari). Intensitas hujan ekstrem berpadu dengan kondisi tanah yang lapuk akibat getaran truk material dan alat berat. Pada rentang bulan ini, ancaman longsor tebing bukit mencapai titik tertinggi, mengancam keselamatan warga Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura saat malam hari, sekaligus memicu luapan air yang merusak persawahan warga. **Kedua**, Musim Kemarau & Krisis Air (Mei – Agustus)**.** Penurunan debit air secara drastis pada titik-titik mata air desa terjadi secara paralel dengan peningkatan aktivitas pembakaran uap geotermal. Tanaman keras andalan warga seperti kemenyan, durian, cokelat, dan petai mengalami penurunan produktivitas akibat cuaca panas ekstrem dan penguapan belerang. **Ketiga**, Ancaman Angin Kencang & Petir (Maret – Mei & September)**.** Koridor celah Lembah Pahae yang telah terbuka akibat perambahan vegetasi untuk jaringan transmisi SUTT meningkatkan risiko terpaan angin kencang serta kerentanan terhadap sambaran petir yang merusak pemukiman.

> **“Longsor itu terjadi karena ada getaran dari truk-truk besar yang masuk dengan kapasitas beban sangat besar melintasi jalan desa. Ada beberapa titik lereng bukit yang dilalui jalur Pipa PT. SOL sekarang sering sekali longsor. Ini karena daya tahan tanah lereng di wilayah tersebut yang kian rapuh akibat ditebangnya pohon-pohon penyangga dana tanaman keras. Kalau hujan deras turun malam hari, kami warga yang tinggal di bawah lereng tidak bisa tidur nyenyak. Kami selalu waswas dan takut tebing itu runtuh menimbun rumah kami” ujar BN.**

4.4 Kerentanan Terstruktur dan Ketiadaan Kesiapsiagaan Bencana



Gambar 6. Peta Desa/Sketsa Bahaya Kelompok Laki-laki (Laporan PACDR Silangkitang/Bitra)

Hasil pemetaan kerentanan partisipatif (*Peta Sketsa Bahaya PACDR*) mengonfirmasi bahwa 5 titik rawan longsor baru yang muncul tidak tersebar secara acak, melainkan berada persis di sepanjang koridor spasial vital yang memotong denyut nadi perekonomian warga. Apabila terjadi longsor masif saat puncak musim hujan (Oktober–Januari), tidak hanya akses transportasi nasional lintasan Tarutung–Padangsidimpuan yang terancam lumpuh total, tetapi juga jalur mobilitas petani menuju persawahan *enclave* di Dusun 3 Sipilpil akan terputus. Terisolasi akses menuju Dusun Sipilpil ini berisiko melumpuhkan distribusi hasil panen, menghentikan rantai pasok pangan desa, serta memutus akses darurat warga menuju fasilitas kesehatan.

Secara normatif, merujuk pada prinsip kesiapsiagaan bencana berisiko tinggi dan Kerangka Kerja Sendai untuk DRR (*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction*), pengoperasian industri ekstraktif berskala besar di kawasan perbukitan rentan diwajibkan menerapkan skema DRR berbasis kerentanan multi-ancaman (*multi-hazard risk governance*).[14] Skema ini mengharuskan adanya integrasi mitigasi struktural dan non-struktural yang inklusif, mencakup:

- Mitigasi Struktural Lereng dan Sungai: Pemasangan pagar penahan runtuhan, pembangunan dinding penahan tanah permanen dan bronjong teknis pada 5 titik rawan longsor, serta pengerukan dan pembuatan tanggul penahan banjir luapan di area drainase sekitar persawahan warga.
- Sistem Peringatan Dini Komunitas (*Community-Based Early Warning System* / EWS): Pemasangan sirene sensorik otomatis yang terkoneksi langsung dengan deteksi pergeseran tanah lereng, kebocoran gas H_2S/belerang, serta peringatan ledakan uap air bertekanan tinggi (*trip*) dari stasiun panas bumi
- Infrastruktur Evakuasi Inklusif: Penetapan dan pemetaan rute evakuasi yang bebas bahaya, penyediaan papan penunjuk arah darurat yang jelas, serta penentuan titik kumpul (*evacuation assembly point*) yang aman, layak, dan terjangkau bagi seluruh lapisan warga.
- Perlindungan Kelompok Rentan & Spesifik Gender: Alokasi skema evakuasi khusus yang memperhitungkan keberadaan 15 orang penyandang disabilitas dan sekitar 60 orang lansia di Desa Silangkitang yang selama ini luput dari perhatian skema kebencanaan.

14 United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*, Geneva: UNDRR, 2015, hlm. 12–21. Dokumen ini disahkan pada *UN World Conference on Disaster Risk Reduction* ke-3 di Sendai, Jepang (2015), yang menetapkan standar internasional tata kelola risiko kebencanaan bagi proyek industri ekstraktif dan pembangunan berisiko tinggi di kawasan rentan. Standar ini mencakup: (1) Prioritas 1 & 2 (*Understanding Risk & Disaster Risk Governance*): Kewajiban penerapan tata kelola risiko kebencanaan berbasis multi-ancaman (*multi-hazard risk governance*) pada kawasan yang mengalami intervensi ekstraktif skala masif; serta (2) Prioritas 3 & 4 (*Investing in DRR & Enhancing Preparedness*): Mandat penyediaan infrastruktur ketahanan fisik, Sistem Peringatan Dini (*Early Warning System*/EWS), rute evakuasi inklusif, dan skema perlindungan khusus bagi kelompok rentan (lansia dan penyandang disabilitas).

Namun, temuan kajian partisipatif memperlihatkan kenyataan yang bertolak belakang: mitigasi teknokratis-struktural tersebut nihil di tingkat tapak. Korporasi PT Sarulla Operations Ltd (SOL) bersama Pemerintah Daerah belum menyediakan infrastruktur dasar keselamatan kebencanaan bagi komunitas yang bermukim di zona bahaya. Tidak ada sirene EWS yang terpasang, tidak ada jalur evakuasi resmi yang dipahami warga, dan dinding lereng-lereng bukit bekas pemotongan alat berat (*slope cutting*) dibiarkan menganga tanpa perlindungan bronjong yang memadai.

Di tengah kekosongan tanggung jawab struktural tersebut, warga Desa Silangkitang bersama Yayasan BITRA Indonesia merespons dengan membentuk Tim Pokja Bencana Desa dan menyusun Rencana Aksi Pengurangan Risiko Bencana Alam dan Non-Alam secara swadaya. Tim Pokja ini dibentuk pada Januari 2026, yang terdiri dari 11 orang anggota yang mewakili keberagaman elemen masyarakat meliputi: perwakilan petani terdampak krisis air, kelompok perempuan/ibu rumah tangga. Tokoh adat (LADN), pemuda desa, serta keterwakilan penyandang disabilitas. Warga memetakan sendiri sumber daya gotong royong, merumuskan aksi adaptasi komunitas, hingga menyusun daftar 11–12 pemangku kepentingan (*stakeholders*)—mulai dari BPBD, Dinas PUPR, Dinas Pertanian, hingga manajemen PT. SOL—untuk diaudensi dan didesak tanggung jawabnya.

Fakta bahwa warga harus menggalang swadaya mandiri untuk melindungi diri dari ancaman tanah longsor dan ancaman industri menegaskan terjadinya penyerahan beban risiko dari korporasi kepada masyarakat rentan. Keadaan ini menyingkap ketimpangan mendasar dalam tata kelola transisi energi: ketika risiko geologis dan ekologis ekstrem dibiarkan menimpa warga tanpa perlindungan, hal tersebut merupakan bentuk pengabaian atas Hak Asasi Manusia untuk mendapatkan rasa aman dan lingkungan hidup yang sehat (*Right to Security and Healthy Environment*) di tengah megah narasi energi bersih nasional.

4.5. Dampak Sosial-Ekonomi dan Pemenuhan Hak Dasar

Pembangunan dan operasional infrastruktur transisi energi skala besar di Lembah Pahae—khususnya eksplorasi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla oleh PT Sarulla Operations Ltd (SOL)—menampilkan kontradiksi tajam antara klaim energi bersih nasional dan kondisi ruang hidup warga di tingkat tapak. Untuk membongkar ketimpangan ini secara terukur dan transparan, dilakukan triangulasi data partisipatif yang menyintesiskan temuan survei Riset Aksi Partisipatori (PAR), hasil analisis indikator risiko *Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks* (PACDR-PRA), serta rencana aksi mitigasi komunitas.

Tabel 4.3. Dampak Sosial-Ekonomi dan Pemenuhan Hak Dasar/ Sumber: Sintesis temuan survei Riset Aksi Partisipatori (PAR), hasil analisis indikator risiko Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks (PACDR-PRA), serta rencana aksi mitigasi komunitas.

Dimensi Hak Dasar	Temuan Utama (Data Survei & PAR)	Indikator Risiko (PACDR)	Rekomendasi Mitigasi
Hak atas Lingkungan & Air*	Penurunan debit air di 3 mata air desa; 65% warga mengeluhkan degradasi kualitas air sejak 2019.	Kerentanan kekeringan irigasi dan ancaman krisis air bersih domestik.	Pembangunan jaringan air bersih komunal & restorasi daerah tangkapan air.
Hak atas Informasi & Partisipasi	70% warga merasa hanya menjadi "penonton" dalam sosialisasi AMDAL.	Potensi konflik horizontal akibat asimetri informasi kompensasi.	Pembentukan Multi-Stakeholder Forum (MSF) berkala & transparan.
Hak atas Keamanan & Kesehatan	Peningkatan 20% kasus ISPA dan stres kronis akibat kebisingan/bau belerang.	Teridentifikasi 5 titik rawan longsor di lereng kecuraman ekstrem.	Pemasangan alat pemantau polusi independen & penguatan Early Warning System.
Hak Ekonomi & Pangan	Pemagaran konsesi memotong akses jalan tani; matinya pohon durian/petai.	Kerentanan de-agrarisasi & hilangnya otonomi pangan keluarga.	Program *Livelihood Restoration* berbasis pertanian organik adaptif.
Integrasi Sosial & Komunal	55% warga merasakan pelemahan ikatan gotong royong.	Disintegrasi komunal & merosotnya daya tahan bencana bersama.	Revitalisasi Lembaga Adat Desa (LADN) dalam pengawasan dana CSR.

* Dalam kerangka Hak Asasi Manusia dan Pasal 28H UU RI 1945, Hak atas Lingkungan Hidup yang Sehat dan Hak atas Air dimaknai sebagai hak fundamental setiap warga negara untuk mendapatkan jaminan atas ketersediaan air bersih yang cukup, aman secara kualitas (bebas dari cemaran fisik, kimia, dan bakteriologis), terjangkau secara fisik maupun finansial, serta keberlangsungan ekosistem lingkungan hidup yang mendukung kualitas kehidupan secara bermartabat tanpa terpapar polusi beracun atau ancaman bahaya industri.

Krisis hidrologis di Desa Silangkitang menyingkap betapa dalamnya terobosan industri mempengaruhi daya dukung lingkungan dasar warga. Hasil survei PAR mengonfirmasi bahwa 65% warga merasakan penurunan kualitas air tanah dan sungai secara drastis sejak 2019. Temuan PACDR memperlihatkan bahwa kombinasi intervensi pengeboran geotermal dan anomali iklim telah menyebabkan penurunan debit secara ekstrem pada tiga mata air utama desa. Aliran Sungai Aek Hapesong yang menyokong persawahan sering mengering saat kemarau, sementara air domestik kerap berubah keruh kekuningan, berminyak, serta berbau belerang menyengat saat hujan turun atau ketika aktivitas pembersihan sumur (*well washing*) berlangsung. Krisis air ini berimbas langsung pada 25 *enclave* persawahan seluas total 90 hektar, di mana pada kemarau panjang 2025 terjadi gagal panen padi sebesar 80% yang memaksa petani beralih secara terpaksa ke tanaman jagung hibrida. Beban krisis ini jatuh paling berat pada kelompok perempuan, di mana ibu rumah tangga terpaksa memikul jeriken 10 liter ke mata air jauh di Simena Henak atau mengeluarkan modal pribadi untuk memasang jaringan selang swadaya hingga 150 meter demi mencukupi kebutuhan sanitasi keluarga.

Selain krisis air, marjinalisasi partisipasi publik menjadi potret buram tata kelola proyek di tingkat lokal. Sebanyak 70% warga tapak mengidentifikasi diri mereka hanya sebagai ”penonton” yang terbungkam dalam proses sosialisasi AMDAL dan konsultasi publik. Ketiadaan transparansi informasi mengenai kompensasi lahan, skema ganti rugi tanaman, hingga kriteria rekrutmen tenaga kerja menciptakan iklim ketidakpastian yang berlarut-larut. Laporan PACDR mencatat bahwa ketimpangan distribusi manfaat CSR dan rekrutmen yang terkesan tertutup berbasis ”sistem orang dalam” telah memicu prasangka, cemburu sosial, dan friksi horizontal antarwarga maupun antara warga dengan Pemerintah Desa, sementara pihak manajemen PT. SOL dipersepsikan berada sangat jauh dari jangkauan komunikasi warga.

Dari dimensi keamanan jiwa dan kesehatan masyarakat, operasional turbin 24 jam dan lalu lalang armada material berat terus memicu kerusakan fisik bentang alam. Kajian transek partisipatif PACDR menemukan lima titik rawan longsor baru yang secara spesifik mengapit rute pipa geotermal bertekanan tinggi (SAGS) dan jalur transmisi SUTT 150 kV di sepanjang jalan desa. Pada saat yang sama, timbul lonjakan 20% kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), gatal kulit, dan iritasi mata akibat paparan uap gas belerang (H_2S). Kebisingan konstan dari turbin uap merenggut kenyamanan tidur warga hingga memicu stres biologis berkelanjutan, sementara dentuman keras mendadak akibat *unplanned shutdown* (*TRIP*) menciptakan ketakutan dan trauma psikologis masif pada warga Silangkitang Dolok dan Silangkitang Rura karena tidak adanya infrastruktur *Early Warning System* (EWS) maupun rute evakuasi yang memadai.

Proses de-agrarisasi dan pemutusan otonomi ekonomi warga kian diperparah oleh pembatasan ruang fisik dan kerusakan vegetasi komersial. Pembangunan jaringan pipa SAGS serta pemagaran area konsesi atas nama Objek Vital Nasional telah memotong akses tradisional petani menuju lahan garapan mereka. Warga terpaksa memutar rute terjal berjarak berkilo-kilometer untuk mencapai sawah *enclave* di Dusun 3 Sipilpil. Kenaikan suhu mikro industri dan pelepasan uap belerang berkorelasi langsung dengan matinya pohon-pohon durian dan petai secara massal serta penurunan kualitas getah kemenyan (*haminjon*). Runtuhnya produktivitas komoditas unggulan ini merobohkan tabungan masa depan dan kedaulatan ekonomi keluarga agraris yang telah dirawat lintas generasi di Lembah Pahae.

Krisis multidimensi ini pada akhirnya merembet pada erosi integrasi sosial dan daya tahan komunal masyarakat. Riset PAR mencatat bahwa 55% warga merasakan pelemahan ikatan gotong royong. Komersialisasi dan penetapan standar upah industri bagi Buruh Harian Lepas (BHL) sebesar Rp100.000 hingga Rp120.000 per hari telah meretakkan tradisi pertanian komunal *marsiadapari*—yaitu sistem saling bertukar tenaga secara bergiliran—menjadi hubungan kerja pengupahan harian murni yang mahal. Pergeseran ini tidak hanya membebani finansial petani kecil, tetapi juga merenggangkan kohesi sosial dan merosotkan kapasitas adaptasi kolektif komunitas saat berhadapan dengan ancaman bencana hidrometeorologi maupun kegagalan teknis industri.

Matriks triangulasi ini mengonfirmasi terjadinya penyerahan beban risiko (*risk transference*) secara sistemik dari korporasi kepada masyarakat lokal yang rentan. Korporasi menikmati akumulasi nilai ekonomi dari produksi energi listrik 330 MW, sementara warga Desa Silangkitang dipaksa menanggung kerugian fisik, kelangkaan air, krisis kesehatan, hingga percepatan korosi atap seng rumah akibat uap belerang yang memaksa warga mengganti atap setiap 5 tahun sekali.

Sebagai bentuk perlawanan dan respon atas pengabaian struktural ini, warga Desa Silangkitang bersama Yayasan BITRA Indonesia telah mengonsolidasikan Tim Pokja Bencana Alam dan Non-Alam. Pokja Bencana merumuskan Rencana Aksi Komunitas guna mendorong pergeseran menuju pendekatan berbasis hak (*rights-based approach*). Langkah ini diwujudkan melalui diplomasi basis kepada BPBD, Dinas PUPR, DLH, dan PT. SOL untuk mendesak pemasangan bronjong teknis di lima titik longsor, penyediaan sirine EWS, dan pembangunan sarana air bersih komunal. Di samping itu, warga mendorong Pemkab Tapanuli Utara agar melegitimasi dokumen PACDR-PRA dan peta kerentanan warga sebagai data pembanding resmi dalam evaluasi AMDAL dan RKL-RPL PT. SOL. Rencana aksi ini juga mengupayakan registrasi hutan ulayat (*wokof*) empat marga bersama BRWA dan AMAN Tano Batak, serta merevitalisasi Lembaga Adat Desa (LADN) dalam mengawal transparansi pengalokasian dana Bonus Produksi Panas Bumi sesuai Perbup Taput No. 35/2021 demi pemulihan hak dasar masyarakat tapak. ●

BAGIAN V

Minimnya Kontribusi Pada Pemenuhan Hak Dasar

5.1 Ketenagakerjaan: Ketimpangan Rekrutmen Lokal vs Luar

Penyerapan tenaga kerja lokal dalam proyek pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla oleh PT Sarulla Operations Ltd (SOL) dicirikan oleh ketimpangan struktur yang amat tajam. Posisi-posisi strategis bernilai tambah tinggi didominasi secara mutlak oleh tenaga kerja dari luar daerah. Sebaliknya, warga lokal terdampak ring-1 di Desa Silangkitang sebagian besar hanya diserap sebagai pekerja kasar non-terampil berstatus Buruh Harian Lepas (BHL) tanpa kepastian kontrak resmi maupun perlindungan jaminan sosial. Ketiadaan transparansi informasi lowongan kerja di tingkat desa tidak hanya memperkuat dugaan adanya praktik nepotisme dan percaloan tenaga kerja melalui sistem "orang dalam" (*insider system*), tetapi juga membongkar fakta pengingkaran janji-janji investasi yang disampaikan korporasi pada awal pembebasan lahan.

Pada fase awal pelepasan hak atas tanah (1990-an hingga 2014), pihak pengembang melalui perantara dan Tim 9 menjanjikan bahwa penyerapan tenaga kerja lokal—khususnya bagi anak-anak pemilik lahan terdidik—akan diutamakan. Perusahaan bahkan mengobral janji lisan maupun tertulis untuk mendirikan Balai Latihan Kerja (BLK) di desa guna membekali pemuda lokal dengan keahlian khusus di bidang geotermal. Janji inilah yang menjadi salah satu pemicu utama warga bersedia melepaskan lahan-lahan kebun produktif mereka. Namun, setelah proyek beroperasi penuh, keberadaan BLK tersebut dipastikan nihil.

Ketiadaan pelatihan teknis dari perusahaan ini tragisnya justru dijadikan "tameng prosedural" oleh manajemen PT. SOL untuk menolak calon pekerja lokal. Pihak perusahaan menerapkan syarat rekrutmen yang sangat berat dan diskriminatif, seperti kualifikasi wajib memiliki pengalaman kerja minimal 5 tahun di industri geothermal. Persyaratan ini hampir tidak mungkin dipenuhi oleh pemuda pedesaan yang belum pernah bersinggungan dengan industri energi. Akibatnya, pemuda lokal berpendidikan tinggi (sarjana) asal Silangkitang tetap terdepak dari posisi teknis. Fakta lapangan menunjukkan hanya ada 2 orang warga lokal Desa Silangkitang yang berhasil menjadi karyawan tetap, sementara sekitar 15 orang lainnya hanya dipekerjakan sebagai BHL tanpa kontrak kerja resmi.

Mekanisme penyebaran informasi lowongan kerja di tingkat desa dinilai sangat terbatas dan bersifat formalitas semata. Informasi peluang kerja sering kali hanya ditempel di papan pengumuman Kantor Desa atau disebarkan secara tertutup melalui jalur informal. Kepala Desa Silangkitang, LS (50 tahun), menjelaskan bahwa saluran komunikasi terkait tenaga kerja hanya mengandalkan jalur pribadi staf Humas perusahaan yang merupakan warga lokal, tanpa ada mekanisme resminya.

> **"PT. SOL menginformasikan kepada desa jika ada peluang tenaga kerja, namun persyaratan dianggap sulit untuk bisa dipenuhi. Salah satunya syarat pengalaman pernah bekerja di Geothermal minimal selama 5 tahun. Sehingga warga mengindikasikan informasi peluang ini hanya formalitas. Ada sekitar 2 orang yang bekerja sebagai karyawan di PT SOL yang berasal dari Desa Silangkitang. Sementara BHL ada sekitar 15 orang dengan kondisi bekerja tanpa ada kontrak kerja", ujar LS.**

Akibat asimetri informasi ini, akses pekerjaan di area konsesi didominasi oleh kelompok yang memiliki kedekatan dengan oknum-oknum tertentu. Sistem rekrutmen berbasis nepotisme ini mencederai prinsip keadilan sosial dan menciptakan "tembok psikologis" serta kecemburuan horizontal di tengah-tengah komunitas warga yang sebetulnya masih terikat hubungan kekerabatan.

Pemerluasan marginalisasi ekonomi warga lokal tidak hanya terjadi pada pasar tenaga kerja individu, melainkan juga menyusup pada sektor rantai pasok logistik dan UMKM. Berbeda dengan kawasan Namora I Langit (NIL) tempat para pekerja berinteraksi dan berbelanja di warung-warung warga, di kluster Silangkitang (SIL) hampir tidak ada interaksi ekonomi antara karyawan PT. SOL dan masyarakat setempat. Seluruh pekerja industri ditempatkan di mess tertutup di Kota Tarutung. Bahkan untuk kebutuhan dasar dapur, katering, air minum, dan pengadaan logistik bernilai kecil (seperti skala pengadaan Rp10 juta), perusahaan memberlakukan sistem tender formal yang kaku.

Sistem tender ini selalu memenangkan pemasok/*supplier* dari kota besar seperti Jakarta dan Pekanbaru dengan dalih penawaran harga yang lebih murah. Pelaku UMKM, pedagang, dan kelompok usaha lokal Desa Silangkitang sama sekali tidak diberikan penguatan kapasitas agar mampu memenuhi standar pasokan perusahaan.

> **"Keinginan masyarakat (ibu-ibu), kehadiran PT. SOL bermanfaat buat masyarakat. Tidak bisa menjadi karyawan, setidaknya bisa dimanfaatkan khususnya pedagang UMKM (diberdayakan). Ada peningkatan taraf ekonomi dan kesempatan bekerja bagi masyarakat lokal. Hampir seluruh karyawan ditempatkan di Mess Tarutung... Warga jadi bertanya-tanya, apakah operasi ini berbahaya, sehingga pekerja ditempatkan di Mess di Tarutung?" ujar HS**

Ketimpangan rekrutmen industri ini membawa dampak destruktif jangka panjang berupa de-skilling atau pelunturan keahlian tradisi kelola ekologis warga. Sebelum eksplorasi panas bumi berskala besar masuk, warga mengandalkan pendapatan dari hasil kebun kemenyan dengan nilai komersial tinggi mencapai Rp300.000/kg. Budaya menderes kemenyan menuntut ketahanan, keterampilan tinggi, dan komitmen perawatan hutan adat lintas generasi.

Namun, hadirnya impresi operasional industri di awal proyek telah menarik minat generasi muda untuk meninggalkan kebun kemenyan milik keluarga. Generasi muda tergiur oleh ekspektasi menjadi pekerja perusahaan berupah sekitar Rp4.000.000/bulan. Hasilnya adalah ironi ekologis-ekonomi, dimana generasi muda kehilangan keahlian tradisional merawat hutan kemenyan warisan leluhur, sementara janji pekerjaan tetap di korporasi tidak pernah terwujud. Ketika uang hasil ganti rugi pembebasan tanah habis dan peluang kerja di PT. SOL tertutup, generasi muda bekas pemilik lahan produktif tersebut terlempar menjadi Buruh Harian Lepas (BHL) rentan atau terpaksa menggarap sawah/kebun orang lain dengan upah Rp70.000 hingga Rp120.000 per hari.

5.2 Penguatan Layanan Publik: Defisit Infrastruktur Sosial

Kehadiran Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Sarulla milik PT Sarulla Operations Ltd (SOL) bernilai triliunan rupiah menampilkan kontradiksi tajam dengan kondisi fasilitas publik pedesaan. Di tingkat tapak, operasional industri tidak diimbangi dengan perbaikan fasilitas dasar, melainkan justru memicu defisit infrastruktur sosial, membengkaknya biaya swadaya warga, dan mengancam keselamatan lingkungan desa terdampak ring-1.

Fasilitas kesehatan dasar seperti Posyandu dan Puskesmas Pembantu di Desa Silangkitang harus beroperasi di tengah meningkatnya risiko kesehatan akibat industri. Operasional turbin 24 jam serta sebaran uap belerang dan gas H_2S—terutama saat hujan atau pembersihan sumur (*well washing*)—berkorelasi langsung dengan lonjakan penyakit warga.

Data posko dan wawancara mencatat kenaikan hingga 20% kasus ISPA, batuk kronis, iritasi mata, dan gatal kulit, yang paling rentan menyerang anak-anak serta 60 jiwa lansia. Meski Bidan Desa mengonfirmasi lonjakan pasien dalam forum berkala, korporasi cenderung menyangkal dampak emisi uap tersebut. Bantuan CSR yang disalurkan pun bersifat terbatas dan karitatif, seperti pembagian masker di jalan atau susu lansia, tanpa menyediakan pemantau kualitas udara independen maupun pos kesehatan siaga 24 jam.

”Saat ini sering terjadi batuk-batuk dan gatal-gatal pada kulit dan sering terjadi kepada anak-anak dan dewasa. Pernah pertemuan dengan PT. SOL, ada bidan desa yang mengatakan bahwa peningkatan pasien khususnya anak-anak yang berobat. Namun PT. SOL mengatakan bahwa tidak ada dampak dari udara yang dihasilkan dari PT. SOL... Ketika sudah viral di media sosial, baru ada tanggapan, namun seringnya tidak ditanggapi.” lanjut HS.

Gedung Sekolah Dasar (SD) di Desa Silangkitang berada dalam zona bahaya fisik dan psikologis karena dilintasi jalur pipa geotermal bertekanan tinggi (SAGS) sepanjang 1 kilometer. Kondisi ini menempatkan siswa dan guru dalam ancaman kebocoran gas beracun, guncangan mekanis, hingga ledakan uap darurat (*TRIP*).

Fenomena *TRIP* yang terjadi tanpa pemberitahuan resmi sering menyemburkan uap tebal, debu, dan kerikil ke pekarangan sekolah. Kebisingan turbin merusak konsentrasi belajar, sementara ledakan mendadak memicu kepanikan dan trauma. Meski berisiko tinggi, belum ada infrastruktur pelindung, peredam suara, maupun simulasi evakuasi bencana bagi anak-anak sekolah.

Defisit layanan publik paling dirasakan pada krisis air bersih. Pasca-2019, pengeboran geotermal dan kerusakan lingkungan menyebabkan mengeringnya parit desa dan saluran irigasi tradisional. Program pipanisasi CSR PT. SOL dan Pemkab Taput sepanjang ±5 kilometer (2022–2025) baru menjangkau 100 dari 280 KK, sehingga dusun terisolasi seperti Dusun 3 Sipilpil tetap tidak terlayani. Untuk perawatan jaringan pipa tersebut, warga bahkan dibebani iuran bulanan Rp10.000/KK.

Untuk air minum, kaum perempuan harus memikul jeriken 10 liter ke mata air Simena Henak dua kali seminggu. Sementara untuk mandi dan mencuci, warga merogoh modal pribadi memasang selang swadaya hingga 150 meter dari sungai.

Lalu lintas kendaraan berat proyek memicu guncangan tinggi yang merusak perkerasan jalan desa dan memicu 5 titik rawan longsor baru di jalur utama Tarutung–Padangsidimpuan. Di sisi lain, janji korporasi membangun jalan produksi pertanian tidak pernah terealisasi. Pemagaran area konsesi justru menutup rute tradisional ke ladang, memaksa petani melintasi rute terjal berkilo-kilometer yang melipatgandakan biaya angkut dan mempercepat de-agrarisasi.

”Janji lainnya adalah, pihak perusahaan membuat program akan membawa pembangunan komunitas (*community development*) termasuk infrastruktur yang berkaitan dengan akses produksi. Yang terjadi, hingga saat ini akses produksi seperti jalan tani atau jalan kebun tidak ada dibangun...” ujar FS.

Defisit infrastruktur sosial di Desa Silangkitang mencerminkan bentuk asimetri pembangunan dalam skema Proyek Strategis Nasional (PSN). Di satu sisi, berdiri kompleks pembangkit listrik panas bumi termodern berinvestasi USD 1,17 miliar yang menyuplai 330 MW listrik interkoneksi Sumatra. Namun di sisi lain, warga desa yang tanahnya terpakai dan ruang hidupnya terdampak harus menanggung air bersih yang keruh, ancaman longsor di sepanjang jalan desa, fasilitas sekolah yang terancam kebocoran gas, serta atap seng rumah yang rusak dan berkarat setiap 5 tahun akibat korosi uap asam.

Guna mengatasi defisit layanan publik yang terstruktur ini, warga Desa Silangkitang melalui Rencana Aksi Pokja Bencana dan Musrenbangdes mendesak pemenuhan tanggung jawab pemerintah dan korporasi:

1. **Pembangunan Jaringan Air Bersih Komunal Total:** Memperluas dan menjamin pembiayaan pemeliharaan pipanisasi air bersih secara penuh hingga menjangkau 100% rumah tangga di seluruh dusun tanpa membebani iuran warga.
2. **Infrastruktur Keselamatan Sekolah dan EWS:** Membangun benteng peredam/pelindung teknis serta memasang sirine *Early Warning System* (EWS) otomatis di sekitar fasilitas SD dan pemukiman ring-1 untuk mengantisipasi kebocoran pipa SAGS atau lonjakan gas H_2S.
3. **Pembangunan Jalan Usaha Tani:** Merealisasikan pembangunan perkerasan jalan produksi pertanian menuju persawahan *enclave* dan perladangan warga untuk memulihkan akses mobilitas ekonomi.
4. **Alokasi Konkret Bonus Produksi untuk Sarana Dasar:** Mendesak Pemkab Tapanuli Utara dan Pemerintah Desa agar mentransparansikan penyaluran dana Bonus Produksi Panas Bumi (Perbup Taput No. 35/2021) serta mengalokasikannya khusus untuk pemulihan irigasi, sarana kesehatan, dan fasilitas umum desa terdampak.

5.3 Dukungan Fiskal Kabupaten dan Desa: Melacak Akuntabilitas Perbup No. 35/2021

Eksploitasi panas bumi di Wilayah Kerja Panas Bumi (WKP) Sarulla tidak hanya memberikan kontribusi energi nasional, tetapi juga menghasilkan pundi-pundi penerimaan daerah. Berdasarkan regulasi, Kabupaten Tapanuli Utara berhak menerima alokasi fiskal dari dua skema utama, yaitu Dana Bagi Hasil (DBH) yang ditransfer dari pusat serta Bonus Produksi yang dibayarkan langsung oleh pengembang PT Sarulla Operations Ltd (SOL) ke kas daerah. Namun, penelusuran tata kelola anggaran membuktikan bahwa mekanisme distribusi manfaat (*benefit sharing*) ini menghadapi ketimpangan struktur, ketidakpastian penerimaan, hingga ketiadaan transparansi pada tingkat desa.

Secara regulasi (UU No. 1 Tahun 2022 tentang HKPD), daerah penghasil berhak menerima porsi dominan dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) panas bumi. Namun realitasnya, alokasi DBH yang diterima Kabupaten Tapanuli Utara berada dalam jumlah yang amat minim. Untuk proyek PLTP Sarulla dengan kapasitas terpasang raksasa mencapai 418,135 MW, rata-rata DBH Panas Bumi yang diterima Kabupaten Tapanuli Utara periode 2021–2026 hanya sebesar Rp133,62 juta per tahun.[1]

Mendasarinya ketimpangan alokasi ini disebabkan oleh dualisme rezim fiskal. WKP Sarulla beroperasi di bawah kontrak eksisting (kontrak sebelum tahun 2003) yang menggunakan mekanisme Setoran Bagian Pemerintah (SBP) sebesar 34% berdasarkan *Net Operating Income* (NOI) atau keuntungan bersih perusahaan. Karena tingginya biaya investasi awal (mencapai USD 1,7 miliar) dan panjangnya periode pengembalian modal, titik NOI PT. SOL diperkirakan baru akan tercapai pada tahun 2028 atau 2029.[2] Akibatnya, selama lebih dari satu dekade sejak beroperasi, masyarakat dan pemerintah daerah terpaksa menanggung dampak lingkungan dan krisis air tanpa kompensasi DBH yang memadai.

Selain Dana Bagi Hasil, Bonus Produksi merupakan instrumen penerimaan daerah yang perlu ditelusuri kontribusinya terhadap kesejahteraan masyarakat di sekitar PLTP Sarulla. PP Nomor 28 Tahun 2016 menetapkan Bonus Produksi sebesar 1% dari pendapatan kotor penjualan uap panas bumi atau 0,5% dari pendapatan kotor penjualan listrik. Pembayarannya disetorkan ke rekening kas umum daerah penghasil berdasarkan penetapan Menteri. Pemerintah daerah diwajibkan memprioritaskan pemanfaatannya bagi masyarakat di wilayah kerja panas bumi.[3] Ketentuan ini menjadi dasar untuk menilai hubungan antara penerimaan daerah dan manfaat yang diterima warga.

1 Achmad Taufik, Hardiyanto, Ifziwarti, & Rokhmad Munawir, *Laporan Kajian Kebijakan dan Anggaran: Potensi dan Realisasi Penerimaan Daerah dari Pengelolaan Panas Bumi (Studi Kasus: Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Karo, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo),* (Jakarta: YAPPIKA-ActionAid, 2026), hal. 39–42.
2 *Ibid.,* hal. 43; Lihat juga hasil analisis *Net Operating Income* (NOI) pada WKP Sarulla yang terikat Kepmenkeu No. 766/KMK.04/1992 jo. PMK No. 90/PMK.02/2017.
3 Republik Indonesia, Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2016 tentang Besaran dan Tata Cara Pemberian Bonus Produksi Panas Bumi, Pasal 3 ayat (1) serta Pasal 8 ayat (1), (3), dan (4). https://peraturan.go.id/files/pp28-2016bt.pdf.

Perbandingan DBH Panas Bumi antar Daerah Penghasil berdasarkan WKP, 2021-2026

dalam ribu rupiah

PLTP	OPERATOR	KAPASITAS TURBIN	TAHUN COD	KAPASITAS TOTAL (MW)	NAMA DAERAH	RATA-RATA PERTAHUN (dalam Ribu Rupiah)				2021-2026 (dalam Ribu Rupiah)			
						IURAN PRODUKSI	IURAN TETAP	SETORAN BAGIAN PEMERINTAH	JUMLAH	IURAN PRODUKSI	IURAN TETAP	SETORAN BAGIAN PEMERINTAH	JUMLAH
Sarula	PT. Sarulla Operation Ltd	1 x 139,21 MW; 1 x 148,53 MW; 1 x 130,4 MW;	2017; 2017; 2018;	418,135	Kab. Tapanuli Utara	118.785	14.836	0	**133.621**	712.710	89.014	0	**801.724**
Sibayak	PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE)	2 x 5,65 MW; 2 MW (monoblok)	2008; 1998	13,3	Kab. Karo	118.357	14.763	0	**133.119**	710.139	88.575	0	**798.714**
Muara Laboh	PT Supreme Energi Muara Laboh	1 x 89,25 MW;	2019	89,25	Kab. Solok Selatan	9.075.526	627.953	0	**9.703.479**	54.453.155	3.767.716	0	**58.220.871**
Ulubelu	PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE)	2 x 55 MW; 2 x 59,5 MW;	2012; 2012; 2016; dan 2017;	229	Kab. Tanggamus	0	30.085	21.126.230	**21.156.315**	0	180.511	126.757.377	**126.937.888**
Lahendong	PT. Pertamina Geothermal Energy (PGE)	4 x 20 MW; 2 x 21,5 MW; 1 x 0,71 MW	2001; 2007; 2009; 2011; 2016; dan 2016;	123,71	Kota Tomohon	0	5.666	10.478.024	**10.482.746**	0	28.331	62.868.146	**62.896.477**
Lahendong					Kab. Minahasa	0	13.708	12.171.030	**12.182.454**	0	68.541	73.026.181	**73.094.722**
Dieng	PT Geo Dipa Energi	1 x 60 MW; 1 x 12,8 MW;	2002; 2023	72,8	Kab. Wonosobo	0	20.224	67.511	**76.483**	0	121.343	337.553	**458.896**
Dieng					Kab. Banjarnegara	0	19.908	170.199	**161.741**	0	119.448	850.997	**970.445**

Gambar 7. Perbandingan DBH Panas Bumi antar daerah penghasil berdasarkan WKP, 2021-2026 (Dijasikan dalam Workshop "Mendorong Benefit Sharing Perusahaan Panas Bumi yang Berkeadilan Melalui Advokasi Bisnis dan HAM" oleh Achmad Taufik).

Di Kabupaten Tapanuli Utara, pemanfaatan Bonus Produksi dari Sarulla Operations Ltd diatur melalui Perbup Nomor 39 Tahun 2020 sebagaimana diubah dengan Perbup Nomor 35 Tahun 2021. Pasal 3 mengatur pemanfaatan dalam bentuk pembangunan sarana dan prasarana, dengan alokasi 60% untuk seluruh kecamatan dan 40% untuk Kecamatan Pahae Julu serta Pahae Jae. Dari porsi kedua kecamatan tersebut, pembagian kepada desa ditetapkan sebesar 60% untuk seluruh desa dan 40% untuk sebelas desa/kelurahan wilayah kerja SOL yang disebutkan dalam peraturan.[4] Alokasi bagi wilayah penerima manfaat tersebut perlu dibedakan dari mekanisme transfer anggaran langsung kepada pemerintah desa.

Ruang pemanfaatannya juga tidak terbatas pada pembangunan fisik. Pasal 4 mencakup penyelenggaraan pemerintahan, pelaksanaan pembangunan, pembinaan kemasyarakatan, pemberdayaan masyarakat, serta penanggulangan bencana, keadaan darurat, dan mendesak.[2] Cakupan ini menyediakan dasar untuk mengusulkan kegiatan yang menjawab kebutuhan warga, seperti peningkatan layanan air bersih, pemulihan fungsi irigasi, penguatan mata pencaharian, dan kesiapsiagaan bencana, dengan tetap mengikuti ketentuan perencanaan dan penganggaran daerah.

Namun, keberadaan aturan alokasi belum dengan sendirinya menjamin keterbukaan informasi bagi masyarakat. Wawancara dengan Pemerintah Desa

4 Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara, Peraturan Bupati Nomor 35 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Bupati Tapanuli Utara Nomor 39 Tahun 2020 tentang Pemanfaatan Bonus Produksi Panas Bumi dari Sarulla Operations Ltd, Pasal I mengenai perubahan Pasal 3 dan Pasal 4. https://peraturan.bpk.go.id/Download/258358/Perbup%20No%2035%20Tahun%202021%20%282%29_ok.pdf.

Silangkitang dalam riset ini menunjukkan bahwa informasi mengenai nominal alokasi, rincian kegiatan, dan realisasi pemanfaatan Bonus Produksi belum diterima secara memadai. Informan mengetahui adanya pembangunan irigasi yang pada papan proyeknya mencantumkan sumber pendanaan Bonus Produksi, tetapi belum memperoleh penjelasan menyeluruh mengenai anggaran dan pembagiannya.

> **"Pemerintah desa telah mengetahui adanya kebijakan terkait pemanfaatan bonus produksi yang disampaikan oleh PT. SOL. Namun informasi itu belum dijelaskan lebih rinci ... Tidak ada informasi yang transparan juga kepada pemerintah desa." — LS, Kepala Desa Silangkitang, wawancara dalam riset PAR.**

Keterangan tersebut menunjukkan keterbatasan akses informasi pada tingkat desa yang perlu diperiksa lebih lanjut melalui dokumen anggaran. Temuan ini belum cukup untuk menyimpulkan bahwa dana tidak disalurkan atau telah disalahgunakan. Penelusuran perlu menghubungkan besaran penerimaan Bonus Produksi, alokasi dalam APBD, kegiatan perangkat daerah, lokasi penerima manfaat, dan realisasi belanjanya. Dengan demikian, warga dapat mengetahui kegiatan yang dibiayai serta menilai kesesuaiannya dengan prioritas kebutuhan desa.

Pembedaan antara sumber penerimaan dan mekanisme belanja juga penting. Kegiatan yang dibiayai dari Bonus Produksi dapat dilaksanakan melalui APBD; karena itu, Bonus Produksi dan APBD tidak tepat dipertentangkan sebagai dua sumber yang selalu terpisah. Pertanyaan akuntabilitasnya adalah apakah sumber dana dapat ditelusuri, alokasi bagi wilayah prioritas dijalankan, serta hasil kegiatan dapat diperiksa oleh masyarakat.

Kebutuhan yang diuraikan pada subbab 5.2 memberikan dasar bagi penilaian tersebut. Keterbatasan jangkauan air bersih, beban pemeliharaan jaringan, gangguan fungsi irigasi, dan kebutuhan layanan kesehatan perlu dibawa ke dalam pembahasan prioritas anggaran. Usulan pemanfaatan Bonus Produksi harus diterjemahkan menjadi kegiatan dengan lokasi, penerima manfaat, anggaran, penanggung jawab, dan indikator hasil yang jelas. Usulan pembiayaan publik ini juga perlu dibedakan dari penyelesaian tuntutan ganti rugi atau kewajiban pemulihan perusahaan.

Dalam kerangka PAR, penguatan akuntabilitas fiskal perlu dilakukan melalui keterbukaan data penerimaan dan belanja, pembahasan prioritas bersama warga, serta pemantauan hasil kegiatan secara partisipatif. Pemerintah desa dan kelompok masyarakat perlu memperoleh ruang untuk menilai apakah manfaat anggaran menjangkau dusun dan kelompok yang kebutuhannya belum terpenuhi. Dengan cara ini, keberhasilan pengelolaan Bonus Produksi dapat dinilai dari perbaikan layanan dan penghidupan warga, selain dari besarnya penerimaan dan penyerapan anggaran. ●

BAGIAN VI

Kesimpulan dan Rekomendasi

6.1 Kesimpulan

Riset Aksi Partisipatori (PAR) ini menyimpulkan bahwa operasional eksplorasi dan pembangkitan panas bumi oleh PT. Sarulla Operations Ltd (SOL) di Kabupaten Tapanuli Utara menyisakan kegagalan mitigasi dampak lingkungan dan sosial yang sangat mendasar di tingkat tapak. Penetapan status Proyek Strategis Nasional (PSN) yang bernarasi transisi energi bersih berbanding terbalik secara tajam dengan realitas krisis ruang hidup yang dialami masyarakat. Secara ringkas, kesimpulan dari draf kajian ini dirumuskan dalam poin-poin kunci sebagai berikut:

- Narasi energi terbarukan ramah lingkungan di tingkat makro tidak selaras dengan kondisi di tingkat tapak. Status PSN sering kali beralih fungsi menjadi ”perisai korporasi” yang menyumbat saluran protes warga, mengabaikan prinsip *Free, Prior, and Informed Consent* (FPIC), serta membungkam hak-hak dasar masyarakat atas nama kepentingan nasional.
- Pemagaran area konsesi dan konversi lahan produktif secara masif memutus akses fisik petani, menghentikan tradisi komoditas unggulan (durian, petai, dan kemenyan), serta menurunkan luas persawahan aktif dari >200 hektar menjadi ±100 hektar. Pelepasan tanah tidak sepadan dengan janji penyerapan kerja, sehingga memicu hilangnya otonomi ekonomi dan kemiskinan struktural.
- Aktivitas pengeboran geotermal dan kerusakan daerah aliran sungai (DAS) menyebabkan penurunan debit secara drastis pada 3 titik mata air utama serta degradasi kualitas air hingga 65% (keruh, berminyak, dan berbau belerang). Krisis ini memicu gagal panen padi hingga 80% pada tahun 2025 serta melipatgandakan beban fisik dan ekonomi kelompok perempuan untuk mengakses air bersih.
- Operasional pembangkit 24 jam memicu kebisingan konstan, getaran mekanis, dan sebaran uap gas H_2S. Hal ini berkolerasi langsung dengan lonjakan 20% kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dan gatal kulit. Selain itu, kondisi pelepasan uap darurat (TRIP) yang disertai dentuman keras tanpa Early Warning System (EWS) menciptakan trauma psikologis serta mengancam keselamatan siswa SD di dekat jalur pipa SAGS.
- Ketimpangan rekrutmen tenaga kerja berbasis ”orang dalam” dan asimetri informasi ganti rugi memicu cemburu sosial dan kecemburuan horizontal pada 84,21% warga. Nilai-nilai gotong royong tradisional (marsiadapari) tergerus dan berganti menjadi hubungan kerja pengupahan komersial yang mahal.

- Aktivitas pemotongan lereng (slope cutting) tanpa penguatan teknis telah memunculkan 5 titik rawan longsor baru di sepanjang koridor pipa dan jalan utama. Terjadi penyerahan beban risiko (risk transference) dari korporasi ke masyarakat karena ketiadaan infrastruktur mitigasi bencana, EWS, maupun rute evakuasi resmi di tingkat desa.
- Korporasi gagal memenuhi janji pembangunan Balai Latihan Kerja (BLK) dan memberlakukan syarat rekrutmen kaku (pengalaman 5 tahun), sehingga hanya menyerap 2 warga lokal sebagai karyawan tetap dan 15 orang sebagai Buruh Harian Lepas (BHL) tanpa kontrak. Di sisi lain, kehadiran proyek triliunan rupiah ini justru meninggalkan defisit infrastruktur dasar (sekolah rentan, jalan rusak, dan pipanisasi air yang membebankan iuran warga).
- Meskipun akumulasi Bonus Produksi PT. SOL mencapai Rp92 miliar, alokasinya berdasarkan Perbup Taput No. 35/2021 tidak transparan hingga ke APBDes. Penggunaan dana kompensasi lebih didominasi oleh fisik umum kabupaten, alih-alih dialokasikan minimal 50% sesuai Permendagri No. 14/2025 untuk pemulihan hak dasar (air bersih, kesehatan, dan ganti rugi pertanian) warga ring-1.

Secara keseluruhan, keberlanjutan operasional PLTP Sarulla sebagai proyek transisi energi tidak boleh dibangun di atas penderitaan masyarakat lokal. Proyek ini hanya dapat dikatakan ”bersih” dan adil apabila terjadi pemulihan hak asasi manusia, transparansi alokasi fiskal, serta penempatan kedaulatan ruang hidup warga sebagai indikator keberhasilan utama.

6.2 Rekomendasi

Untuk menghentikan akumulasi dampak ekologis, sosial, dan ekonomi serta menjamin keadilan bagi warga terdampak di Lembah Pahae, riset aksi ini merumuskan rekomendasi kebijakan berbasis bukti (*evidence-based recommendations*). Rekomendasi ini ditujukan kepada empat pihak utama guna menuntut akuntabilitas vertikal dan horizontal:

A. Bagi Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara:

1. Revisi dan Akuntabilitas Perbup No. 35/2021: Melakukan amandemen Peraturan Bupati Tapanuli Utara No. 35 Tahun 2021 agar alokasi Bonus Produksi Panas Bumi untuk 11 desa terdampak ring-1 disalurkan secara transparan (direct tagging) ke APBDes, serta mematuhi mandat Permendagri No. 14 Tahun 2025 dengan mengalokasikan minimal 50% dana untuk pemulihan hak dasar (air bersih, sanitasi, kesehatan, dan ganti rugi pertanian).
2. Pengawasan Lingkungan Partisipatif: Dinas Lingkungan Hidup (DLH) wajib membentuk Tim Pengawas Independen yang melibatkan perwakilan warga desa, Lembaga Adat Dalihan Natolu (LADN), dan akademisi untuk melakukan pemantauan berkala atas kualitas air, emisi gas, dan tingkat kebisingan.

3. Legitimasi Peta Kerentanan Warga: Memposisikan dokumen dan peta risiko hasil instrumen PACDR-PRA yang disusun warga bersama Yayasan BITRA Indonesia sebagai data pembanding resmi dalam evaluasi berkala dokumen AMDAL dan RKL-RPL PT. SOL.
4. Pembangunan Infrastruktur Usaha Tani: Mengalokasikan APBD untuk membuka perkerasan jalan produksi pertanian menuju persawahan enclave dan perladangan warga yang terisolasi akibat pemagaran area konsesi.

B. Bagi Pemerintah Pusat (Kementerian ESDM & Kementerian Investasi/BKPM)

1. Evaluasi Status PSN dan Audit Hak Asasi Manusia: Melakukan evaluasi menyeluruh terhadap status Proyek Strategis Nasional (PSN) pada WKP Sarulla agar status tersebut tidak dijadikan instrumen impunitas korporasi untuk mengabaikan dampak lingkungan dan kesehatan warga.
2. Penerapan Mandatori FPIC: Mewajibkan penerapan prinsip Free, Prior, and Informed Consent (FPIC) yang substantif dan bebas dari tekanan aparat dalam setiap rencana adendum AMDAL, ekspansi sumur geotermal, atau pembersihan sumur (well washing).
3. Reformulasi Skema DBH Panas Bumi: Kementerian Keuangan dan Kementerian ESDM wajib merevisi formula distribusi Dana Bagi Hasil (DBH) untuk WKP rezim lama (kontrak pra-2003) dengan menetapkan batas alokasi minimum (floor allocation) bagi daerah penghasil, agar penerimaan daerah tidak tergantung pada tercapainya Net Operating Income (NOI) perusahaan.

C. Bagi PT. Sarulla Operations Ltd (SOL)

1. Transformasi CSR ke Livelihood Restoration Plan: Menghentikan pola bantuan karitatif (charity) dan menggantinya dengan program pemulihan mata pencaharian berkelanjutan, termasuk memberikan kompensasi atas matinya pohon durian/petai serta menyediakan skema pertanian organik adaptif air.
2. Infrastruktur Keselamatan dan EWS: Memasang sistem peringatan dini (Early Warning System/EWS) otomatis berupa sirine kebocoran gas dan dentuman uap (TRIP), membuat rute evakuasi resmi, serta membangun benteng peredam suara/pelindung teknis di sekitar Sekolah Dasar dan pemukiman ring-1.
3. Transparansi Rekrutmen dan Kemitraan UMKM: Menghapus persyaratan kaku rekrutmen (seperti syarat pengalaman 5 tahun), mendirikan Balai Latihan Kerja (BLK) terakreditasi sesuai janji awal, serta memberikan porsi khusus (*affirmative action*) pengadaan barang/jasa bagi UMKM dan pemuda lokal.
4. Penyediaan Sarana Air Bersih Komunal Total: Membiayai penuh perluasan jaringan pipanisasi air bersih hingga menjangkau 100% rumah tangga di seluruh dusun (termasuk Dusun 3 Sipilpil) serta membebaskan warga dari iuran pemeliharaan bulanan.

D. Bagi Masyarakat dan Organisasi Sipil (Yayasan BITRA Indonesia & Koalisi OMS)

1. Penguatan Kapasitas Peneliti Mandiri: Memperkuat konsolidasi Forum Warga, Tim Pokja Bencana Desa, dan LADN sebagai peneliti mandiri untuk terus mengumpulkan data citizen science terkait pencemaran air, kesehatan, dan kerugian ekonomi.
2. Advokasi Hukum dan Registrasi Hutan Ulayat: Dampingi warga dalam memetakan dan mendaftarkan hutan ulayat (*wokof*) klan Batak ke Badan Registrasi Wilayah Adat (BRWA) guna memperkuat legalitas kepemilikan tanah di hadapan klaim konsesi.
3. Jejaring Advokasi Lintas Sektor: Membawa hasil temuan riset aksi ini ke tingkat nasional dan internasional (semasuk lembaga penyandang dana/Lender PT. SOL seperti ADB dan JBIC) guna mendesak penerapan standar keselamatan sosial dan lingkungan (*safeguard standards*) yang ketat.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini, D. (2025). *Notulensi Kegiatan Bitra Indonesia: Pelatihan PACDR (Participatory Assessment of Climate and Disaster Risks) bersama Warga Desa Silangkitang Kecamatan Pahae Jae* (18–19 November 2025). Medan: Yayasan BITRA Indonesia.

Asian Development Bank. (2013). *Sarulla Geothermal Power Generation Project: Report and Recommendation of the President to the Board of Directors* (Report No. 42916-014). Manila: Asian Development Bank. Tersedia di: https://www.adb.org/projects/42916-014/main.

Harianja, E., Simbolon, R., Firmando, H. B., dkk. (2024). *Eksistensi Marsiadapari dan Relevansinya dengan Teori Solidaritas di Desa Batumanumpak Kecamatan Pangaribuan Kabupaten Tapanuli Utara* Tahun 2023. *SOSIAL: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPS,* 2(2), 01–24.

Https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ebtke/pltp-sarulla-unit-i-beroperasi

Kaputra, I., & Siregar, B. (2026). *Laporan Kajian Partisipatif: Participation Assessment Climate & Disaster Risk (PACDR) & Participatory Rural Appraisal (PRA) Desa Silangkitang, Kecamatan Pahae Jae, Tapanuli Utara Tahun 2025.* Medan: Yayasan BITRA Indonesia.

Kementerian Dalam Negeri RI. (2025). *Peraturan Menteri Dalam Negeri (Permendagri) Nomor 14 Tahun 2025 tentang Pedoman Penyusunan APBD Tahun Anggaran 2026.* Jakarta: Kemendagri.

Kementerian Keuangan RI. (2022). *Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2022 tentang Hubungan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintahan Daerah (HKPD).* Jakarta: Kemenkeu.

LADN dan Yayasan Bitra Indonesia, "Laporan Kajian Partisipatori Riset Aksi: Penilaian Risiko Bencana dan Iklim Berbasis Partisipasi Masyarakat (PACDR) di Kecamatan Pahae Jae," Yayasan BITRA Indonesia, Medan, Laporan Riset, 2026.

Ormat Technologies Inc. (2014, May 23). *Sarulla Consortium Reached Financial Closing Under the $1.17 Billion Financing Agreements for 330 MW Sarulla Geothermal Project in Indonesia*. Reno: Ormat Technologies Press Release. https://investor.ormat.com/news-events/news/news-details/2014/Sarulla-Consortium-Reached-Financial-Closing-Under-the-117-Billion-Financing-Agreements-for-330-MW-Sarulla-Geothermal-Project-in-Indonesia/default.aspx

Pemerintah Kabupaten Tapanuli. (1990). *Peraturan Daerah Kabupaten Tapanuli Nomor 10 Tahun 1990 tentang Lembaga Adat Dalihan Natolu (LADN).* Tarutung: Pemerintah Daerah Tingkat II Kabupaten Tapanuli.

Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara. (2021). *Peraturan Bupati Tapanuli Utara Nomor 35 Tahun 2021 tentang Tata Cara Pengalokasian dan Pemanfaatan Bonus Produksi Panas Bumi untuk Desa Terdampak*. Pemerintah Kabupaten Tapanuli Utara.

Pemerintah Republik Indonesia. (2014). *Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014 tentang Panas Bumi.* Jakarta: Lembaran Negara RI.

Pemerintah Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2016 tentang Besaran dan Tata Cara Pemberian Bonus Produksi Panas Bumi.* Jakarta: Lembaran Negara RI.

PT Sarulla Operations Ltd. (2008, 25 Juli). *Lokasi Proyek Pengembangan Panas Bumi dan Pembangunan PLTP Sarulla (Peta Ringkasan Eksekutif No. I-1)* [Peta Ringkasan Eksekutif]. PT Sarulla Operations Ltd.

PT Sarulla Operations Ltd. (2009, Agustus). *Ringkasan Eksekutif Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (ANDAL) Pengembangan Proyek Panas Bumi dan Pembangunan PLTP Sarulla.* PT Sarulla Operations Ltd.

PT Sarulla Operations Ltd. (t.th.). *Company Profile Sarulla Operations Ltd*. PT Sarulla Operations Ltd.

PT Sarulla Operations Ltd. (2013). *Volume II: Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) Addendum for Sarulla Geothermal Power Development Project: Chapter 3 – Supplemental Environmental Baseline Assessments.* Jakarta: PT Sarulla Operations Ltd.

PT Sarulla Operations Ltd. (2013). *Annex F: Ecosystems Services Review (ESR) – Sarulla Geothermal Power Development Project*. Jakarta: PT Sarulla Operations Ltd.

Simangunsong, I. Y., & Pasaribu, P. (2023). Kearifan Lokal Raja Bondar dalam Sistem Pengairan Sawah pada Masyarakat Batak Toba. *Aceh Anthropological Journal*, 7(2), 170–183.

Tata, H. L., Mulyoutami, E., & Martini, E. (2013). Analisis kelayakan finansial beberapa pola agroforestri di daerah Tapanuli, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013,* 630–635. World Agroforestry Centre (ICRAF) & Badan Litbang Kehutanan.

Taufik, A., Hardiyanto., Ifziwarti., & Munawir, R. (2026). *Laporan Kajian Kebijakan dan Anggaran: Potensi dan Realisasi Penerimaan Daerah dari Pengelolaan Panas Bumi (Studi Kasus: Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Karo, Kabupaten Banjarnegara, dan Kabupaten Wonosobo).* Jakarta: YAPPIKA-ActionAid.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030.* Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Disahkan pada *3rd UN World Conference on Disaster Risk Reduction,* Sendai, Jepang.

Wolf, N., & Gabbay, A. (2015). *Sarulla 330 MW Geothermal Project Key Success Factors in Development. GRC Transactions,* 39, 907–912. Tersedia di: https://publications.mygeoenergynow.org/grc/1032235.pdf.

