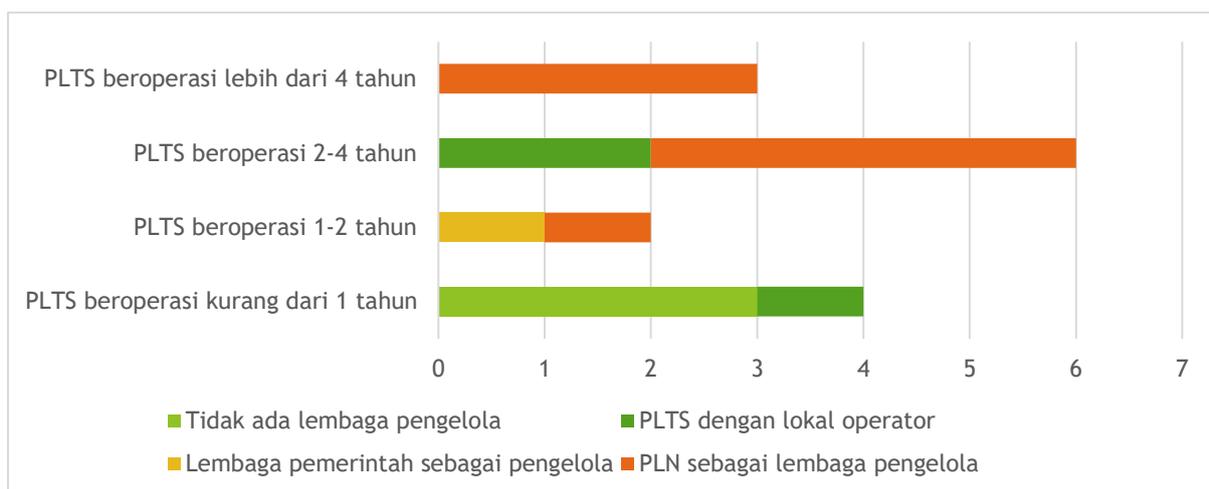


Pedoman Keberlanjutan untuk PLTS *Mini-grid* di Maluku

NZMATES telah beroperasi di Maluku sejak 2018 untuk mendukung percepatan energi terbarukan. Bentuk dukungan NZMATES diantaranya melakukan penilaian teknis dan sosial-ekonomi untuk sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *mini-grid* yang sudah terpasang. Hingga 2019, NZMATES sudah mengunjungi 15 PLTS yang terpasang di penjuru Maluku. Akan tetapi, sebagian besar sistem PLTS yang dikunjungi mengalami kerusakan atau bahkan tidak beroperasi total. Gambar 1 merupakan rangkuman hasil penilaian NZMATES di PLTS yang telah dikunjungi.



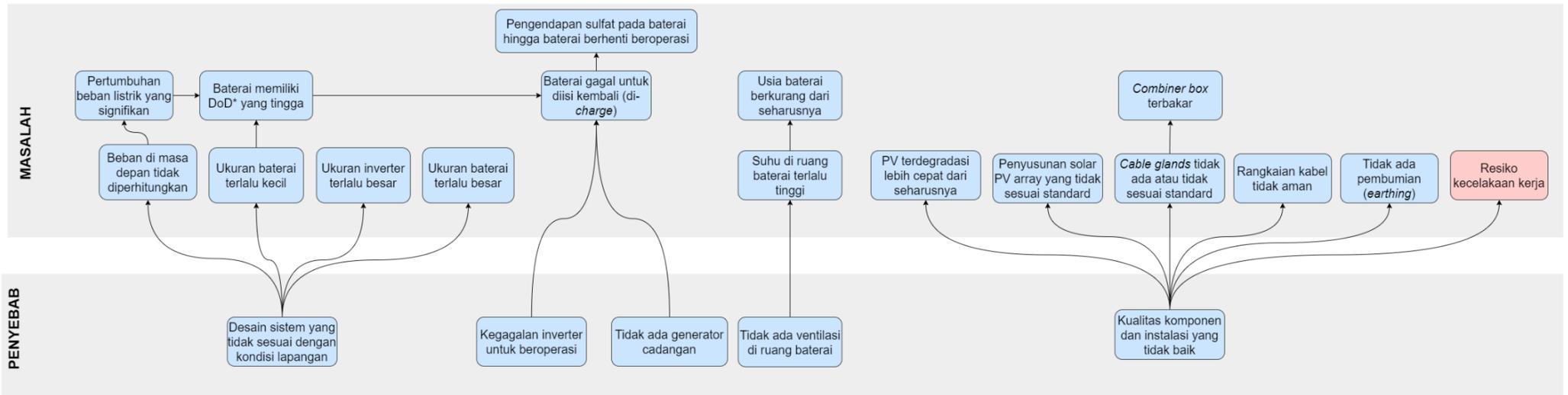
Gambar 1. Rangkuman kondisi PLTS *mini-grid* yang dikunjungi NZMATES (dibagi sesuai dengan Lembaga pengelola dan lama sistem beroperasi)

Tantangan yang diidentifikasi menyebabkan kerusakan dipetakan dalam berbagai aspek keberlanjutan, seperti faktor teknis, kelembagaan, ekonomi, dan lain - lain. Rangkuman tantangan - tantangan tersebut di antaranya:

- Faktor teknis
Permasalahan teknis yang sering ditemui berawal dari desain sistem yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan, baterai mengalami *Depth of Discharge* (DoD) tinggi, baterai terpapar suhu tinggi yang mengurangi umur pakai, kualitas komponen yang tidak baik, terjadi masalah dengan inverter, dan tidak adanya bantuan teknis profesional. Permasalahan ini diperparah dengan tidak adanya generator cadangan untuk menjaga kondisi baterai tetap terisi (*charged*). Beberapa masalah teknis yang ditemukan di lapangan dapat diselesaikan secara mudah oleh teknisi profesional dengan keahlian yang tepat.
- Faktor kelembagaan

Lembaga pengelola PLTS yang berbasis masyarakat seringkali mengalami tantangan karena kurang kuatnya dasar operasional, seperti status formal sebagai penyedia layanan listrik ke masyarakat. Dalam banyak kasus, satu atau beberapa anggota masyarakat local mendapatkan pelatihan dasar pemeliharaan sebelum sistem dioperasikan. Akan tetapi, tidak ada kejelasan mengenai bagaimana kebutuhan anggaran dipenuhi dan pembagian tugas antara pemilik asset dan Lembaga local yang melakukan O&M. Hal ini diperparah dengan tidak adanya mekanisme supaya pengelola local dapat meminta bantuan professional saat sistem mengalami kerusakan, termasuk untuk membeli *sparepart* komponen saat dibutuhkan. Tidak adanya dasar hukum untuk Lembaga pengelola local juga mempersulit mekanisme pengumpulan tarif listrik.

- Faktor ekonomi
Permasalahan faktor ekonomi yang utama adalah kurangnya perencanaan finansial sepanjang umur pakai sistem (20 tahun). Proyek yang selama ini diimplementasikan seringkali hanya mempertimbangkan biaya instalasi, tanpa mempertimbangkan biaya operasional dan penggantian komponen, misalnya baterai. Karena hal ini tidak disampaikan, Lembaga pengelola local mendapatkan persepsi bahwa biaya operasional yang perlu disiapkan hanya gaji operator local. Biaya listrik yang dikenakan kepada pengguna rumah tangga biasanya *flat* setiap bulan, bukan berdasarkan pemakaian listrik pada waktu tersebut. Biaya tersebut tidak cukup untuk menutup biaya penggantian komponen, dan biaya operasional lainnya.
- Faktor lain
Faktor lain yang menjadi tantangan keberlanjutan PLTS mencakup kurangnya keterikatan sosial, kurangnya koordinasi antar-lembaga, dan resiko Kesehatan dan keamanan yang dapat membahayakan pekerja local dan masyarakat sekitar.


LEGEND:

- Aspek Sosial
- Aspek Teknis
- Aspek Ekonomi
- Aspek Kelembagaan

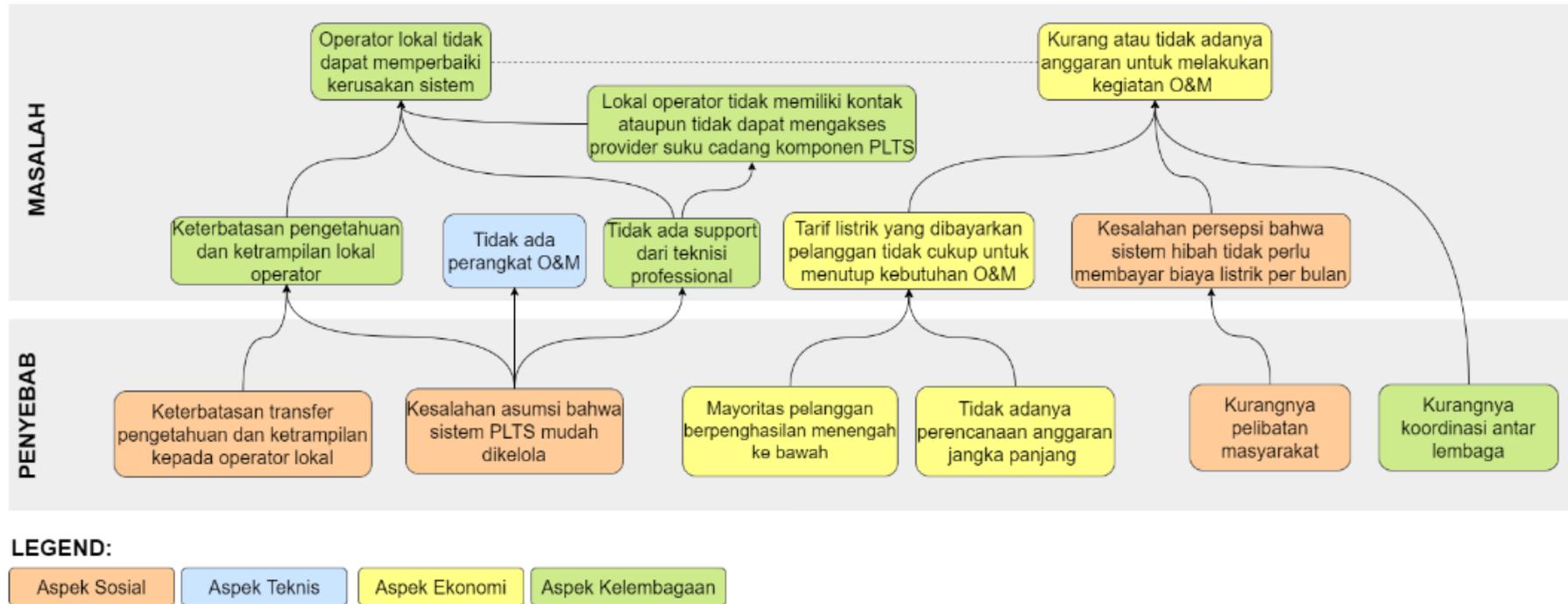
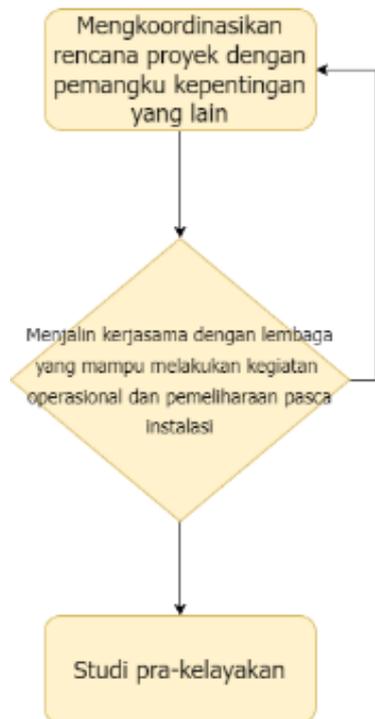


Figure 1. Mapping of Root Cause Analysis from NZMATES Assessments

Dari hasil analisis tersebut, NZMATES Menyusun rekomendasi sesuai dengan fase pengembangan proyek, yaitu fase *scoping*, perencanaan, instalasi, operasional, dan fase dekomisioning.

1 REKOMENDASI FASE *SCOPING* / PRA-KELAYAKAN



Gambar 2. Rekomendasi pada fase *scoping* / pra-kelayakan

Tujuan fase *scoping* atau pra-kelayakan (*pre-feasibility*) adalah membuat prioritas lokasi implementasi. Pada fase ini, penting dimulai koordinasi antar seluruh Lembaga dan pemangku kepentingan yang terlibat. Koordinasi ini mencakup hal - hal seperti:

- Sinkronisasi data dan perencanaan pembangunan
- Menentukan institusi pengelola yang akan melakukan kegiatan operasional dan perawatan setelah instalasi
- Mendiskusikan bagaimana kegiatan operasional dan perawatan akan didanai
- Dalam Lembaga pengelolaan yang berbasis masyarakat, perlu adanya perencanaan supaya operator lapangan mendapatkan support untuk membeli suku cadang dan komponen saat dibutuhkan.

Poin - poin tersebut sangat mempengaruhi keberlanjutan system pasca instalasi. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk melanjutkan proyek ke fase berikutnya jika poin - poin tersebut belum ada kejelasan.

Penentuan Lembaga pengelola pasca instalasi, perlu berdasarkan hal - hal berikut:

- Pengalaman Lembaga tersebut dalam mengelola sistem energi terbarukan
- Lembaga tersebut memiliki insinyur dengan kemampuan untuk melakukan kegiatan operasional dan pemeliharaan baik yang dilakukan secara preventif, rutin, korektif, dan sesuai dengan kebutuhan. Insinyur tersebut perlu melakukan kapasitas untuk melakukan uji kinerja lapangan dan *troubleshooting*.
- Lembaga tersebut memiliki support dari ahli yang professional jika permasalahan system di lapangan tidak dapat ditangani oleh operator local
- Lembaga tersebut memiliki sumber daya dan perencanaan untuk penggantian komponen dan pengadaan suku cadang jika dibutuhkan
- Lembaga tersebut harus memiliki rencana keuangan dan sumber daya untuk melakukan kegiatan operasional dan pemeliharaan
- Lembaga harus memenuhi semua persyaratan hukum untuk melakukan kegiatan operasional dan pemeliharaan

Selama studi pra-kelayakan, pengembang proyek harus memprioritaskan lokasi yang memiliki nilai investasi terbaik dan berpotensi menghadirkan dampak terbesar untuk masyarakat. Faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah jumlah rumah tangga yang akan mendapatkan akses listrik, potensi munculnya industri baru di sekitar lokasi proyek, pertumbuhan ekonomi daerah, dan lain sebagainya.

2 REKOMENDASI DI FASE PERENCANAAN

Setelah lokasi dan kelembagaan pasca instalasi telah diidentifikasi, detail proyek dibuat pada fase perencanaan. Fase ini akan mengkaji kelayakan proyek, termasuk rencana pelibatan pemangku kepentingan, desain teknis, perencanaan ekonomi dan finansial, dan rencana kelembagaan local untuk melakukan kegiatan operasional dan pemeliharaan setelah instalasi. Rekomendasi pada fase perencanaan dirangkum pada daftar di bawah ini¹.

DAFTAR PEMERIKSAAN FASE PERENCANAAN

ASPEK TEKNIS

Section
4.2.2

- Melakukan pengukuran dan desain yang tepat
 - Mendefinisikan profil beban
 - !! menggunakan pengukuran langsung, atau menggunakan profil beban dari lokasi lain yang memiliki kemiripan karakteristik.
 - !! Cara terbaik adalah dengan pengukuran setiap 15 menit selama paling tidak satu bulan.
 - Menghitung produksi energi tahunan
 - !! Menyertakan faktor degradasi PV dan faktor degradasi tahunan di sepanjang umur pakai sistem (20 tahun)
 - Melakukan kelayakan dengan berbagai opsi teknologi/bahan bakar lain untuk menemukan konfigurasi tekno-ekonomi yang optimal
- Berusaha memperpanjang umur pakai baterai
 - Memiliki pembangkit cadangan (generator)
 - Menggunakan *Battery management system* (BMS)
 - Memilih suhu pengoperasian baterai yang mendekati suhu ambien di Maluku dan memasang AC di ruang baterai
- Pastikan semua komponen memenuhi standar minimum
- Mengembangkan perencanaan sepanjang masa pakai komponen, terutama perencanaan untuk penggantian komponen yang diperlukan (missal baterai, inverter).

ASPEK EKONOMI

Section
4.2.3

- Melakukan perencanaan anggaran jangka panjang selama umur pakai sistem (20 tahun)
- Mengitung tarrif listrik yang sesuai
- Merancang mekanisme keuangan untuk pengumpulan tarif listrik dan memastikan mekanisme pembukuan keuangan yang baik

¹ Section yang tercantum pada daftar ini merujuk pada *Sustainability Guideline - Report NZMATES*

DAFTAR PEMERIKSAAN FASE PERENCANAAN

ASPEK SOSIAL

Section
4.2.4

- Keterlibatan masyarakat yang inklusif, pemangku kepentingan dan masyarakat local harus diinformasikan mengenai proyek yang akan dilaksanakan
- Pemetaan pemangku kepentingan
- Mengembangkan strategi untuk pelibatan masyarakat selama dan setelah instalasi

ASPEK KELEMBAGAAN

Section
4.2.5

- Membuat struktur dan pembagian tanggung jawab yang jelas untuk Lembaga operasional
- Untuk Lembaga operasional berbasis masyarakat, lembaga operasioanl harus memenuhi semua persyaratan hukum untuk melakukan kegiatan operasional, pemeliharaan, termasuk untuk memungut tarif listrik dari pelanggan

3 REKOMENDASI FASE IMPLEMENTASI

DAFTAR PEMERIKSAAN FASE IMPLEMENTASI

PERSIAPAN

- Kontraktor membuat rencana implementasi proyek yang meliputi:
 - Rencana instalasi
 - Aturan dan prosedur keamanan dan keselamatan kerja (K3)
 - Quality control*
- Kontraktor mengirimkan laporan capaian paling tidak sekali setiap bulan.
- Perlu adanya rencana supervisi untuk memastikan kualitas komponen yang datang dan proses instalasi.

SUPERVISI INSTALASI

- Supervisi instalasi
 - Mengidentifikasi lokasi, desain, dan informasi proyek lainnya yang dibutuhkan kontraktor.
 - Melakukan pengecekan komponen yang datang berdasarkan *Bill of Quantity* (BOQ).
- Melakukan pengecekan dokumen. Dokumen tersebut meliputi tetapi tidak terbatas pada:
 - Spesifikasi teknis panel surya, sistem baterai, dan komponen *mini-grid* yang lain
 - Sertifikasi komponen utama
 - Lay out* diagram/ layout komponen
 - Single line diagram*
 - Layout pemadam kebakaran
 - Grounding layout*
 - Prosedur operasional dan pemeliharaan
 - Panduan Kesehatan, Keamanan, dan Keselamatan Kerja
- Inspeksi berkala paling tidak setiap 4-5 minggu untuk melakukan pengecekan terhadap capaian proyek, pelaksanaan K3, dan lain sebagainya.
- Visual inspection* terhadap komponen yang sedang dan akan diinstal.
- Kontraktor perlu membuat laporan berkala untuk mendeskripsikan progress capaian, apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak.
- Melakukan inspeksi sertifikat komponen.
- Memastikan sistem lolos uji komisioning.
- Perlu adanya pelatihan dari kontraktor ke operator local dan Lembaga operasional.
- Perlu adanya laporan akhir instalasi yang juga memuat hasil *testing* dan komisioning.

4 REKOMENDASI FASE OPERASIONAL

DAFTAR PEMERIKSAAN FASE OPERASIONAL

ASPEK TEKNIS

- Pastikan kegiatan pemeliharaan dilakukan dengan benar. Pemeliharaan reguler meliputi pemeliharaan preventif, rutin, korektif, dan berbasis masalah yang dihadapi saat itu.
- Adanya dukungan teknisi professional.
- Memastikan sarana prasarana yang dibutuhkan siap di lokasi, misalnya:
 - modul perawatan dan pemeliharaan
 - MCB
 - Perangkat *surge protection*
 - Kabel
 - Sekring
- Melakukan inspeksi dan pemeriksaan rutin dilakukan pada tahun ketujuh, tahun kesepuluh dan tahun kelimabelas.
- Pastikan dokumen berikut ada di lokasi, yaitu:
 - Dokumen garansi (dalam Bahasa Indonesia), termasuk ketentuan dan prosedur klaim dan detail kontak perusahaan.
 - Petunjuk pengoperasian (dalam Bahasa Indonesia) untuk semua komponen
 - Panduan inspeksi lapangan
 - Alat pengukuran

ASPEK EKONOMI

- Menjaga pembukuan keuangan yang baik.
- Melakukan perencanaan anggaran yang sesuai dengan kebutuhan operasional dan pemeliharaan.

ASPEK KELEMBAGAAN

- Melakukan dokumentasi untuk mendukung mekanisme keuangan yang dijalankan, termasuk dokumentasi pembayaran pengguna, dan perencanaan anggaran operasional dan pemeliharaan
- Pastikan semua karyawan, termasuk operator lokal, mendapatkan kontrak kerja penuh waktu dan gaji yang sesuai.

ASPEK SOSIAL

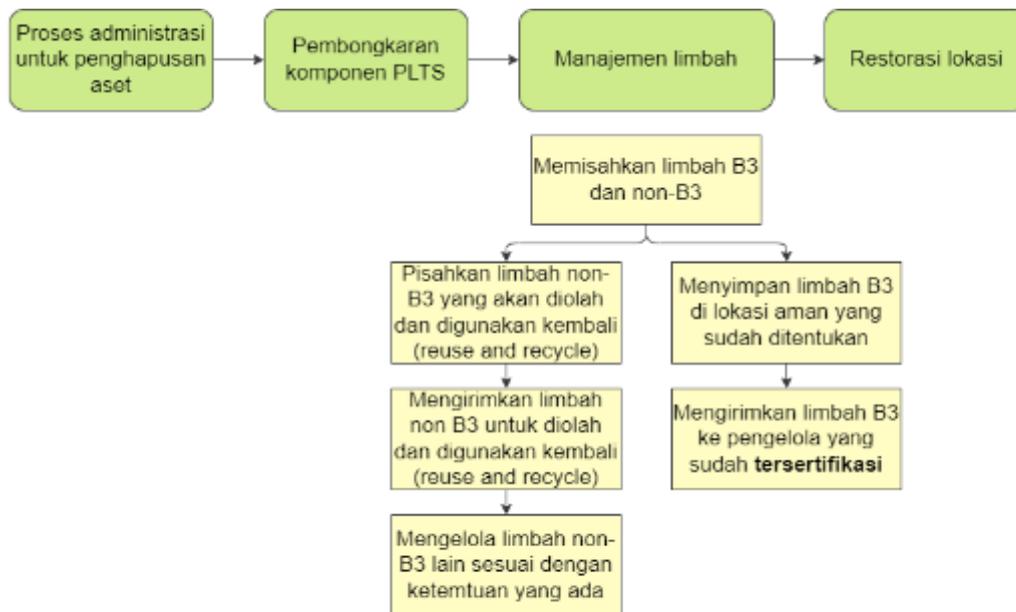
- Melanjutkan kegiatan pelibatan masyarakat.
- Memastikan adanya mekanisme pelaporan/penyampaian *feedback* dari masyarakat mengenai layanan listrik, yang kemudian akan direspon untuk Lembaga operasional
- Mempromosikan mekanisme pelaporan *feedback* sehingga masyarakat paham bagaimana menggunakan kanal - kanal pelaporan yang tersedia

OTHER ASPECTS

- Operator dan staf lain memiliki pengetahuan yang memadai mengenai bahaya dan prosedur keamanan dan keselamatan kerja (K3).
- Memastikan adanya prosedur pengelolaan lingkungan terutama jika terjadi kecelakaan kerja

5 DECOMMISSIONING PHASE RECOMMENDATION

Tahap dekomisioning terdiri dari beberapa tahapan, mulai dari proses administrasi, penghapusan aset, pembongkaran semua komponen, penanganan limbah, dan restorasi lokasi. Gambar 4 menggambarkan ringkasan proses dekomisioning. Semua kegiatan dalam proses dekomisioning, termasuk pengelolaan limbah, akan dilakukan sesuai dengan peraturan terkait baik di level daerah maupun nasional.



*) Penyimpanan dan pengiriman limbah B3 perlu memperhatikan peraturan nasional dan daerah yang berlaku

Gambar 3. Ringkasan Proses Dekomisioning

6 KESIMPULAN

Panel surya telah banyak diimplementasikan di Maluku sebagai sumber energi alternatif untuk melistriki daerah terpencil. Namun, operasional system Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini menghadapi banyak tantangan. NZMATES menemukan *mini-grid* PLTS yang berhenti beroperasi sebelum umur pakainya berakhir (20 tahun). NZMATES melakukan *root cause analysis* untuk memetakan penyebab kerusakan PLTS *mini-grid* menjadi beberapa aspek, seperti teknis, ekonomi, sosial, kelembagaan, dan lain-lain. Ditemukan bahwa kerusakan sistem tidak hanya disebabkan oleh masalah teknis, tetapi juga diperburuk oleh aspek yang terkait satu sama lain. Dari analisis sebab akibat tersebut, NZMATES mengembangkan rekomendasi bagaimana menjaga operasional system PLTS *mini-grid* dimulai sejak fase pra-kelayakan/*scoping* hingga fase dekomisioning dan pengelolaan limbah.