

Meta Analisis Asesmen Kelayakan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air

Suryadimal

Teknik Mesin Universitas Bung Hatta Padang

*Corresponding author, e-mail: suryadimal@bunghatta.ac.id

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui assesment kelayakan pembangkit tenaga air terhadap studi kelayakan yang telah dilakukan diberbagai negara berkembang dan maju. Dalam sebuah studi kelayakan biasanya mempertimbangkan berbagai aspek penting seperti aspek teknis dan non teknis yang akan mempengaruhi produktivitas dari sebuah kajian kelayakan. Metodologi penelitian berdasarkan pada metode meta analisis, dimana analisis berdasarkan kajian atas sejumlah hasil penelitian dalam masalah yang sejenis kasus penilaian kelayakan sistim pembangkit tenaga. Pendekatan yang dilakukan berdasarkan artikel jurnal dan laporan penelitian yang diambil berdasarkan kesesuaiannya dengan tema penelitian. Aspek teknis yang selalu digunakan adalah aspek hidrolika dan Sipil, aspek Mekanikal dan elektrikal, sementara aspek non teknis adalah aspek ekonomi, sosial, dan budaya. Sehingga dengan adanya pengembangan model penilain kelayakan ini dapat menjadi acuan bagi pengembang, pemerintah maupun investor untuk memutuskan kelayakan sebuah investasi pembangkit

Kata kunci: *Assesment Feasibility, Hydropower, Powerplant, Feasibility study, Meta analysis*

Abstract-This study aims to determine the feasibility assessment of hydroelectricity to feasibility studies that have been conducted in various developing and developed countries. In a feasibility study usually consider various important aspects such as technical and non technical aspects that will affect the productivity of a feasibility study. Methododologi research based on the meta-analysis method, in which the analysis is based on a review of a number of research results on similar issues in the case of a feasibility assessment of the power plant system. Approaches are based on journal articles and research reports that are taken based on their compatibility with the theme of research. The technical aspects used are hydraulic and civil aspects, mechanical and electrical aspects, while non technical aspects are economic, social and cultural aspects. So with the development of this feasibility rating model can be a reference for developers, government and investors to decide the feasibility of a power plant investment

Keywords: *Assessment Feasibility, Hydropower, Power Plant, Feasibility Study, Meta analysis*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by Author and Universitas Negeri Padang

I. PENDAHULUAN

Pada penelitian ini didasari untuk mengatasi persoalan investasi pembangkit tenaga air yang banyak tidak berfungsi setelah pelaksanaan pembangunan selesai maupun comisioning test running dan kontrak pekerjaan selesai.

Tenaga air adalah salah satu sumber energi terbarukan yang paling umum digunakan sebagai sumber energi. Skala listrik tenaga air *Small Scale Hydropower (SSH)* menjadi pilihan, khususnya di daerah kecil dan daerah terpencil. Dibandingkan dengan sumber energi terbarukan

lainnya, pembangkit listrik tenaga air lebih handal, ekonomis, efisiensi tinggi, biaya perawatan yang rendah dan kapasitas penyimpanan yang besar.

Tidak ada secara internasional disepakati definisi untuk kapasitas SSH. Namun, produksi sebagian besar bervariasi dari 2.5 MW ke 25 MW, Menurut komisi energi Eropa, produksi SSH kurang dari 10 MW. Mini hydropower mengacu pada produksi di bawah 2 MW; Micro-hydro mengacu pada produksi di bawah 500 kW, dan Pico-hydro mengacu pada produksi di bawah 10

kW [1]. Williams dan Simpson [2] mempelajari skema Pico-hydro, dan menetapkan bahwa Pico-Hydro adalah pilihan biaya yang efektif untuk daerah off-grid,[3]

. Tenaga air sebagai salah satu sumber energi terbarukan, Pentingnya pembangkit listrik tenaga air sebagai faktor pembangunan yang disukai dan pengembangan PLTA skala kecil menjadi topik yang diminati di seluruh dunia [4].

Di negara India skenario energi pedesaan di ditandai oleh pasokan layanan energi yang tidak memadai, dan tidak dapat diandalkan. Proyek pembangkit listrik tenaga air kecil (SHP) menjadi sumber energi terbarukan yang efektif untuk masa depan sebagai solusi untuk lingkungan yang berkelanjutan, hijau, ramah lingkungan dan berjangka panjang[5]

Tingkat pertumbuhan ekonomi yang cukup besar berdampak terhadap kenaikan permintaan energi. Semakin banyak perusahaan swasta berinvestasi di pembangkit listrik tenaga air maka pasar energi akan terprivatisasi pada tahun sebelumnya [6].

Turki adalah negara yang pasokan dan permintaan tenaga listriknya sangat tinggi. Kenaikan kapasitas pembangkit tenaga listrik 5,7% pertahun. Isu krusial yang berkembang bahwa keputusan investasi pembangkit listrik yang baru tergantung pada: skala, type pembangkit dan siapa yang punya kepemilikan. Untuk mendapatkan pembangkit yang terbaik apakah didasarkan pada aspek efisiensi pembangkit listrik terhadap output thermal atau pada aspek evaluasi secara ekonomi dengan input thermal, outputnya bahan bakar dan listrik [7]

Secara meta analisis Pembangkit listrik tenaga air dibangun dengan tujuan utama untuk mengukur nilai ekonomi suatu bangsa. Namun konteks relevansi terhadap kebijakan mengurangi faktor eksternalitas negatif dari fasilitas pembangkit tenaga air misalnya di daerah kawasan konservasi cenderung menemui hambatan publik. Pengembangan dan perluasan PLTA di masa depan dapat mengurangi dampak terhadap aset lingkungan (eksternalitas). Kenyataan kemauan publik untuk membayar kompensasi eksternalitas ini sangat rendah [8]

Penilaian lokasi pembangkit untuk pembangunan merupakan proporsi yang relatif tinggi secara keseluruhan diperlukan untuk melakukan secara akurat biaya proyek, tingkat pengalaman dan keahlian yang tinggi. Mengkaji dan membandingkan perangkat lunak untuk perencanaan & perancangan pembangkit tenaga air kecil. Penekanan utamanya adalah skala

sumber daya pembangkit, Kemudian bagaimana identifikasi potensi lokasi dan evaluasi output energi dan lingkungannya sebelum melanjutkan studi kelayakan [9]

Penilaian lokasi Small Hydro Power (SHP) untuk perencanaan dan pengembangan proyek dibutuhkan tingkat pengalaman dan keahlian yang tinggi pada tahap analisis pra-kelayakan dan kelayakan. Namun, penilaian membutuhkan survei lapangan dan melakukan analisa kebutuhan sehingga pengembang dapat mengambil keputusan untuk keyakinan pelaksanaan project dilakukan FS atau pra FS [10].

Indonesia menunjukkan pertumbuhan ekonomi yang stabil ditengah krisis global. Listrik dianggap sebagai kendala utama, yang ditandai dengan tingkat elektrifikasi yang rendah, rendah konsumsi, dan inefisiensi transmisi dan distribusi yang tinggi. Pembangkit Listrik Tenaga Air Minihydro (MHPP) dipengaruhi oleh debit dan profil kepala sungai dan Minimnya data debit dan Informasi kepala sungai menjadi hambatan dalam pengembangan MHPP [11].

II. STUDI PUSTAKA

Studi kelayakan adalah prosedur untuk memprediksi hasil pemeriksaan investigasi, atau penilaian skema. Feasibility Study memungkinkan penyelidikan dan evaluasi yang tepat atas setiap produksi atau persyaratan penting untuk memulai proyek. Studi kelayakan penting dan penting untuk mengevaluasi setiap proyek yang diusulkan layak atau tidak. Faktor apa yang dipertimbangkan dan dalam tahap pengembangan, kelayakan dapat dianggap sebagai langkah penting bagi investor atau organisasi untuk memastikan bahwa misi mereka layak secara formal, menguntungkan bagi organisasi dan bermanfaat bagi masyarakat [12]

Karena populasi sangat besar dan pertumbuhan kegiatan ekonomi, permintaan listrik meningkat, Tetapi negara tidak bisa mengikuti laju peningkatan kebutuhan energi. Tenaga Air seperti air terjun adalah sumber terbarukan pertama yang digunakan untuk menghasilkan listrik. Hampir 21,7% produksi listrik di seluruh dunia dikontribusikan oleh energi terbarukan. Seperti di Sahasradhana Bangladesh [13]

Pemetaan sumber daya PLTA di atas wilayah tertentu sangat diperlukan untuk mengidentifikasi lokasi dalam pengembangan proyek energi terbarukan (SHP) dengan menggunakan sintesis hydro network (SHN) yang dibuat dari model elevasi digital. Penilaian SHP skala besar untuk

studi pra-kelayakan telah dilakukan di Amerika Serikat. Menurut yurisdiksi dalam beberapa kasus, pembangkit listrik tenaga air memiliki kapasitas terpasang hingga 15MW umumnya dicirikan sebagai SHP, sementara di Kanada, pembangkit listrik tenaga air dengan kapasitas terpasang hingga 50MW dianggap sebagai SHP.

Analisa hidrologi diperlukan untuk menaksir durasi aliran fluida. Output utama adalah kurva durasi aliran /flow-duration curve (FDC) dimana FDC adalah alat yang digunakan untuk studi awal kapasitas pembangkit listrik tenaga air berdasarkan beberapa model simulasi. Kurva durasi aliran mencakup batas keyakinan berdasarkan ketidakpastian data yang ada saat ini antara lain; curah hujan, evapotranspirasi, dan mekanisme limpasan. Ketidakpastian ini juga dinilai untuk rezim aliran bulanan, berdasarkan simulasi model harian. Ada potensi besar untuk pembangkit listrik tenaga air didaerah dan sumber daya alam ini kemungkinan akan semakin dimanfaatkan untuk pembangkit listrik di masa depan. Meningkatnya permintaan energi dan pemerintah tertarik memanfaatkan energi terbarukan dari banyak sungai dan Seringkali proyek-proyek ini ditujukan pada komunitas terpencil karena jika dihubungkan ke jaringan listrik nasional sangat mahal. Dengan demikian, produksi pembangkit listrik tenaga air lokal adalah pilihan yang menarik[14] Sebelum proses Kelayakan maka tahap awal dilakukan assesment pra FS supaya dapat diprediksi potensi yang ada spt adalah kapasitas aliran [14].

Sebuah kerangka evaluasi komprehensif yang dapat menilai berbagai pasokan air dan manajemen permintaan pilihan dalam hal ekonomi, berbasis risiko sosial, lingkungan, dan kinerja fungsional yang sangat penting untuk memastikan tingkat keberlanjutan. kemudian melihat aspek-aspek penting yang perlu dimasukkan dalam kerangka evaluasi kebijakan secara komprehensif dan studi secara kolektif menyajikan satu set informasi untuk mendukungnya. [15]

Berbagai tantangan institusional dan politis juga dihadapi dalam proses penilaian proyek infrastruktur berskala besar seperti di Sungai Sesan (sungai antara Vietnam & kamboja) sebagai anak sungai Mekong. Kegagalan untuk menerapkan proses perencanaan standar internasional dan kegagalan untuk mengikuti karena proses perencanaan bendungan, konstruksi dan operasi walaupun telah menerima dana untuk keahlian internasional yang memungkinkan menerapkan standar tersebut [16]

Energi terbarukan harus dikembangkan lebih lanjut dan menjadi lebih menarik bagi investor sektor publik atau swasta. Program komputer yang dikembangkan untuk melakukan studi pendahuluan dalam mengevaluasi instalasi sistem tenaga air kecil (SHE), sehingga memberi pengguna informasi teknis dan informasi finansial yang memadai untuk membenarkan investasi lebih lanjut dalam instalasi. Bagaimana menyajikan program umum untuk melakukan evaluasi pendahuluan yang andal pada instalasi SHE sehingga dapat menggunakan indeks keuangan, yang diterima dengan baik dan masuk ke dalam perhitungan instalasi SHE[17].

Korea Selatan, salah satu negara penghasil energi utama di dunia, telah mempromosikan strategi pembangunan nasional untuk pertumbuhan ekonomi hijau dan berkelanjutan. Pemerintahnya telah membangun beberapa fasilitas hortikultura skala besa lebih dari 100 ha dengan memanfaatkan reklamasi tanah. Namun timbul kesulitan bagi pasokan energi untuk beroperasi secara stabil dan ekonomis, Bagaimana kelayakan saat merancang sistem sumber energi yg dibutuhkan hanya dengan sistem boiler / bahan bakar fosil konvensional. Sementara banyak potensi energi untuk penggunaan panas buangan sebagai pemasokan energi [18].

Sejumlah negara lain misalnya (Kanada, Italia, Norwegia, Skotlandia dan Amerika Serikat) telah menilai ulang kapasitas PLTA mereka berdasarkan informasi spasial air, tangkapan air, pengembangan alat untuk identifikasi hidro otomatis. Mengembangkan sebuah perangkat lunak, interaktif yang mampu menunjukkan lokasi situs SHP sehingga dapat diidentifikasi potensi SHP dan out put energi serta kondisi lingkungannya. [19]

Untuk menentukan prioritas evaluasi sehubungan dengan fasilitas produksi tenaga air. Tuntutan energi berkelanjutan terkait dengan ekonomi dan populasi pertumbuhan sambil memenuhi standar lingkungan (terutama mengingat emisi gas rumah kaca (GRK), pemanasan global dan perubahan iklim isu) dan sekaligus meningkatkan kesejahteraan sosial melalui kekuasaan pasokan ke wilayah terbelakang dan terisolasi. Penilaian mengenai dampak lingkungan yang terkait dengan pembangkit listrik tenaga air antara periode 1990-2016 atributnya ternyata sangat mirip dan dapat dibagi menjadi empat atribut utama, yaitu flora, fauna , lanskap dan sisa sejarah Flora. Masing-masing pembangkit listrik tenaga air memiliki

karakteristik spesifik sehingga kebutuhan untuk mempertimbangkan dampak berbeda [20]

Perkiraan akurasi ketersediaan sumber daya jangka panjang seperti yang ditunjukkan oleh debit merupakan komponen konstruksi tenaga air yang penting untuk kapasitas pembangkit serta perlindungan lingkungan hidup. Untuk memperkirakan pembangkit energi, perkiraan biaya proyek, dan alokasi anggaran yang dibutuhkan secara teknis proyek listrik ini tidak layak, tetapi berpotensi layak secara komersial dan dapat membawa manfaat bagi masyarakat dan keuntungan lainnya [21]

Nigeria menghadapi kekurangan pasokan listrik terbesar dan populasi pedesaan yang besar tidak memiliki akses terhadap listrik, Sementara sekitar dua pertiga Nigeria terletak di daerah aliran sungai yaitu; Sungai Niger, Sungai Benue dan anak-anak sungainya. Masyarakat pedesaan di Nigeria berada di dekat arus sungai dan sungai. Tenaga hidro kecil memiliki kapasitas untuk meningkatkan tingkat akses listrik masyarakat. Potensi hydro Nigeria tinggi namun kurang dimanfaatkan. Rata-rata dari catatan arus harian untuk tujuh tahun digunakan untuk menetapkan kurva durasi aliran (FDC) sungai. Banyak hambatan telah membatasi pengembangan hidro kecil termasuk tidak tersedianya data yang relevan dan tidak adanya inventarisasi nasional yang komprehensif mengenai lokasi pembangkit listrik tenaga air [22]

Tahun 2005 di Brazil lebih kurang 83,4% dari listrik yang dihasilkan 76,06% nya daya terpasang berasal dari pembangkit listrik tenaga air. Potensi pembangkit listrik tenaga air yang besar karena adanya bukit dan gunung dengan ketinggian yang bervariasi antara 200M dan 1000m. Sementara tingkat utilisasi listrik hanya 27,24%. Di Brasil Utara, karena populasi kecil, tingkat industrialisasi rendah, dan biaya pemasangan sistem transmisi dan distribusi besar karena jarak yang jauh antara pembangkit listrik tenaga air dan pelanggan, tingkat utilisasi potensi pembangkit listrik tenaga airnya kecil dibandingkan dengan wilayah Brasil lainnya. Relief Brasil disusun oleh pegunungan kecil dan dataran tinggi, shg kontribusi pada pembentukan sungai dengan jumlah air terjun yang tinggi. Bendungan harus dibentuk untuk memfokuskan air sekali-gusantisipasi dampak lingkungan dan sosial. [1]

Menurut [36] sumber daya air sangat penting dalam perencanaan ekonomi. *Uhe Tucuruí* adalah pembangkit listrik tenaga air berskala besar, pola kecepatan aliran dimodelkan untuk menentukan di mana turbin hidrokinetik dapat dipasang dalam

memanfaatkan potensi potensial. Menerapkan pemodelan hidrodinamika sungai untuk memperkirakan kecepatan, kedalaman sungai, memperkirakan potensi hidrokinetik lokasi dan berkontribusi pada pemahaman dampak potensi metode pembangkit listrik. Memperkirakan potensi pembangkit listrik yang bergantung pada kecepatan dan area yang tersedia dengan diameter terbesar untuk pembangkit tenaga listrik.

Berdasarkan US Depart. Energy, Menginisiasi dalam Identifikasi sumber energi yang tersedia untuk mendukung kebutuhan energi terbesar di Amerika oleh Departement of Energy (DOE). Menurut Komisi energi (FERC's) diperkirakan kapasitas kebutuhan energi di US 70,000 MW - 600,000 MW, menurut US army Corp of Engineer' estimasi 580,000 MW dan menurut pendapat publik tidak ada agency yang dapat memperkirakan kebutuhan energy US. Ada peluang 5,677 lokasi dengan total kapasitas terpasang 70,000 MW (Connor et al.1998). Penilaian komprehensif utk mendapatkan potensi sumber dengan menggunakan US Geological Survey (USGS) dan geographic information system (GIS) menurut [23].

Studi kelayakan energi oleh GHD Pty Ltd di Serawak dengan calon 11 lokasi tersedia tahun 2008. Tujuan studi untuk propose project dan merekomendasikan 2 lokasi dengan menggunakan Dam Type Roller Compacted Concrete (Rcc) yang terlebih dahulu dilakukan pra kelayakan. Dari pra kelayakan, pertama: Diperoleh 11 Potensi lokasi yang diidentifikasi berdasarkan mapping, aerial photographs dan peta bumi, termasuk perjalanan 7 lokasi dan menggunakan helikopter dari semua lokasi. Lokasi berada 27 km menuju Sungai Baleh. kedua: Evaluasi ekonomi dari lokasi dengan level sumber air berkisar 200-300 m lebih besar dari HEP potensial. ketika; Dampak lingkungan dari reservoir lebih kurang 500 m per segi. Aspek hidrologi dan sedimentasi; Daerah serapan air berkisar 5,625 km persegi utkantisipasi rainfall-run of catchmen area. Aspek Geologi dilakukan melihat keamanan DAM [23] Berbagai masalah timbul dalam penilaian metoda proyek pembangkit listrik skala kecil. Dimulai masalah pengukuran fisik yang sederhana, perhitungan loses hidrolis, mengenai bahan pipa dan kecepatan air. Ada dua pendekatan utama, kurva durasi aliran (FDC) dan metode streamflow simulasi (SSF). Pendekatan ssf, seperti yang digunakan dalam program IMP, menggunakan data debit yang terekam kemudian disintesis dengan analisis deret waktu dengan menggunakan data cuaca dan topografi. Sebaliknya metode

FDC menggunakan karakteristik daerah tangkapan; misalnya daerah curah hujan [15]

Metode produksi energi terbarukan yang paling menguntungkan adalah tenaga air, termasuk pembangkit berskala kecil. Tujuan penelitian adalah untuk membuat penilaian pra-kelayakan proyek pembangkit listrik tenaga air kecil menggunakan perangkat lunak dengan cara yang cepat dan wajar untuk prediksi yang akurat dari keluaran skema energi tenaga air tertentu. Mana daerah yang paling potensial apakah berdasarkan hasil dari laporan pra-kelayakan ini, dibandingkan dengan prefeasibility dilakukan dengan menggunakan Retscreen. Retscreen Adalah Perangkat Lunak Yang Tersedia Untuk Umum Yang Dikembangkan Oleh Sumber Daya Alam Pusat Teknologi Energi.

Sebelum menugaskan proyek energi apapun, melakukan penilaian yang kuat mengenai opsi yang berbeda dalam hal dampak ekonomi dan sosio-lingkungan mereka penting untuk pelaksanaan proyek yang berhasil. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendemonstrasikan bagaimana caranya memasukkan pertimbangan sosial-lingkungan ke dalam penilaian proyek menggunakan analisis multi kriteria (Mca) [24]

Produksi listrik tenaga air menghasilkan beberapa dampak lingkungan. Dampak lingkungan juga sangat bergantung pada karakteristik spesifik dari studi kasus dan tidak memadai untuk penilaian. Penilaian dampak lingkungan dari teknologi dan analisis mengenai dampak lingkungan terkait dengan pembangkit listrik tenaga air yang pada kenyataan manfaatnya tidak boleh diterapkan karena masing-masing pembangkit tenaga air memiliki spesifikasi yang spesifik dan dampak yang berbeda. Bahwa fauna dan flora mengalami dampak yang paling sering akibat pembangunan pembangkit. Erosi pantai yang terinduksi oleh bendungan [2]

Bagaimana mengevaluasi pembangkit listrik dengan menerapkan metode pengambilan keputusan dengan beragam kondisi iklim di Iran. Evaluasi ditujukan untuk mendapatkan penilaian alternatif berdasarkan keputusan Multi Kriteria , membuat prosedur dengan menggunakan gaya pengkodean MATLAB. Biaya investasi rendah, emisi rumah kaca kecil, dan efisiensi output yang tinggi untuk kinerja pembangkit listrik adalah faktor kunci dalam mengevaluasi parameter energi bagi pemerintah. Studi ini dimaksudkan untuk menentukan dan membuktikan kompatibilitas pembangkit listrik yang ada di Iran

dengan menerapkan data pengamatan melalui penerapan *Multi-Criteria Decision-Making Analysis (MCDA)*[17]

Di Italia, energi dari pembangkit listrik tenaga air telah memenuhi 10,7% dari kebutuhan energi domestik dan 72% energi dari sumber terbarukan [2]. Beberapa tahun terakhir telah dioperasikan lagi pembangkit ukuran kecil, yang sebelumnya tidak layak secara ekonomi. Hal ini dapat dilakukan berkat pengurangan tarif yang ditawarkan kepada produsen energi terbarukan dengan sertifikat hijau dan Konvensi "penjualan energi", dan juga berkat turunnya biaya peralatan elektronik ,sehingga pembangkit listrik tenaga air bisa menjadi sumber keuntungan ekonomi yang sangat baik [25]. Sebuah assesment pengembangan pembangkit tenaga air harus sesuai dan mengacu pada perencanaan teknik, desain dan pelaksanaan yang berkelanjutan menurut International Hydropower Association's (IHA). Menurut EIA (Environmental Impact Assessment) perlu mengkaji Amdal memastikan proyek pembangkit listrik tenaga air tidak merusak lingkungan. Para profesional harus dilibatkan serta gunakan pengalaman mereka dalam penggabungan teknik yang baik dengan pengertian lingkungan. Konsep EIA dan lingkungan digunakan di sini untuk mencakup semua aspek assesment lingkungan dan sosial, aturan nasional dan kesesuaian waktu, metoda / alat yang berguna dalam proses perencanaan seperti panduan IHA, SEA dan MCA. Untuk mencapai berkelanjutan dalam pengembangan pembangkit listrik tenaga air, perlu dilakukan oleh banyak faktor di berbagai tingkatan. Keberlanjutan pembangkit dipengaruhi beberapa faktor yaitu faktor Resiko dan persetujuan politik, Manfaat ekonomi tambahan, Efisiensi operasional yang direncanakan dan keandalan, Pemilihan lokasi dan optimasi desain, Konsultasi masyarakat dan pemangku kepentingan dan dukungan, Warisan budaya, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan dan sistem manajemen, Pengelolaan dan rehabilitasi lahan dan Aliran lingkungan dan reservoir pengelolaan [26]

Di Indonesia Untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil maka negara indonesia beralih menggunakan sumber energy yang dapat diperbaharui dalam bentuk energi air, biomassa, geotermal, angin dan matahari. Khusus untuk mikrohidro belum tereksplorasi secara maksimal sehingga dibutuhkan usaha pengembangan pembangkit skala mikrohidro secara berkesinambungan. Energy terbarukan mampu berkontribusi 31% dari total energy tahun

2050 yang terdiri dari: 23% biomassa, 21% biodiesel, 20% geotermal, 10% hydro, 7% nuklir, 4% bioetanol, angin dan geombang laut 8%. Pembangkit energy tenaga mikrohidro lebih efisien dari sumber energy yang dapat diperbaharui seperti angin atau matahari. Solar cell hanya mampu mengkonversikan 10-20% energi listrik sementara mikrohidro mempunyai efisiensi 60% hingga 90%. Analisa keekonomian berbeda-beda tergantung pada posisi dan kapasitas pembangkitan energinya. Total biaya yang diperlukan operasional per kwh mikrohidro berkisar 670 \$ / kWh. Pengembalian investasi 1-6 tahun untuk mikrohidro, 8-13 tahun untuk turbin angin, 18-21 tahun untuk tenaga matahari [14]. Metodologi baru untuk menilai dampak Pembangunan berkelanjutan dari fasilitas pembangkit listrik tenaga air yang akan dibangun. Harus ada pedoman referensi keberlanjutan (ODA, NGO, IFC), indikator tenaga air "hijau" yang mensertifikasi indikator dan pengalaman proyek-proyek ODA hydro sehingga fokus pada penerapan untuk penilaian keberlanjutan dan pengalaman dari studi lapangan di India akan memberikan masukan informasi penting lainnya. Persyaratan untuk metodologi penilaian spt desain dan metodologi berikut dapat dibedakan, Fasilitas tipe pengalihan atau pembangkit listrik sungai, Fasilitas dengan operasi puncak, fasilitas baru versus yang ada, Multi tujuan dibandingkan stasiun pembangkit listrik tenaga air tunggal. CDM adalah mekanisme yang menarik untuk mengarahkan pengembangan SD. Secara internasional CDM dibiayai dan proyek di negara-negara maju memiliki pedoman khusus (undang-undang) terutama untuk tahap perencanaan, mereka melanjutkan melalui proses intens dengan beberapa konsultasi publik. CDM harus melanjutkan beberapa langkah di masa depan, sehingga pembangunan proyek yang berkelanjutan terjamin [27].

Secara hidrologi sangat penting menduga informasi dari data kapasitas air menggunakan alat atau pemodelan secara hydrolog yang bersama-sama memanfaatkan alat sensor dan teknologi *Geospasial seperti Informasi Geografis System (GIS) dan Soil and Water Assessment Tool (SWAT) model*, untuk menilai potens hidrolika smal hydropower di Ciwidey, Indonesia. Ada sembilan lokasi potensial untuk SHP diidentifikasi menurut kriteria seperti elevasi, situs aliran, kondisi tanah air, dan kurva durasi Aliran. Upaya meningkatkan sumber daya energi terbarukan untuk meningkatkan keamanan energi nasional dengan merekomendasikan prakarsa SHP di

Indonesia. Menilai potensi pembangkit pada daerah terpececil, lokasi terletak di pergunungan, dan fenomena hidrologi yang kompleks sehingga menjadi hambatan pengembangan SHP (smal hydropower) [28]

Penilaian kelayakan adalah suatu proses disiplin ilmu dan didokumentasikan dalam pemikiran ide dari awal logis akhir logis untuk menentukan potensi kelangsungan hidup yang praktis, mengingat realitas lingkungan di mana ia akan diimplementasikan. Sementara studi kelayakan dilakukan untuk rekayasa, pendidikan, dan inisiatif program. Menjadikan Studi kelayakan atau penilaian dilakukan pada tiga tingkatan. Tingkat pertama melibatkan kelayakan operasional dan pertanyaan yang ditanyakan pada tingkat ini adalah "Apakah akan berhasil?" Tingkat kedua melibatkan kelayakan teknis dan pertanyaan yang terkait adalah "Apakah bisa dibangun?" Kadang-kadang, tingkat pertama dan kedua dibahas bersama-sama dan hanya disebut kelayakan sebagai teknis. Tingkat ketiga dan terakhir adalah kelayakan ekonomi dan menjadikan tingkat operasional dan teknis bersama-sama ke sebuah unit yang umum dengan menanyakan "Apakah tingkatan itu memenuhi secara ekonomi jika beroperasi dan dibangun. Seorang produsen/investor mempunyai kriteria yang tepat untuk dapat berhasil dalam sebuah inisiatif karena mereka sendiri mendorong untuk memulai inisiatif sebuah proyek kelayakan. Bagaimana menyajikan proses, kriteria untuk melakukan studi kelayakan yang efektif sehingga tercapai dua tujuan: (1) memastikan bahwa pertanyaan pertanyaan penting yang telah ditangani pengusaha dalam menilai kelayakan laporan, (2) membantu konsultan memberikan layanan yang lebih efektif untuk klien mereka. Kerangka generik yang disajikan dalam dokumen akan digunakan sebagai panduan untuk melakukan dan mengevaluasi studi kelayakan untuk proposisi bisnis [29]

Metoda pendekatan yang digunakan untuk menilai rencana kelayakan RE seperti metoda sebagai berikut: Triangular Fuzzy Numbers (TFNs), Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Data Envelopment Analysis (DEA). Evaluasi kelayakan ekonomi atas dasar analisis biaya menjadi pilihan tersendiri. AHP merupakan metode pengambilan keputusan yang sederhana dan fleksibel untuk menangani penilaian kualitatif dan kuantitatif. Metode ini mengintegrasikan semua keputusan dengan link terstruktur [30]

Model yang dikembangkan untuk menilai kelayakan teknoekonomi PLTA pada sungai kecil

type *run-of-river* (sampai 2 MW) untuk daerah pedesaan di Tanzania. Model ini menggunakan data sungai dan beban untuk menghasilkan optimasi daya listrik yang terpasang dan untuk melakukan analisis ekonomi dari investasi. Kemampuan untuk mencari ukuran kekuatan terbaik saat mengevaluasi rancangan desain dan pelaksanaan fungsi biaya disesuaikan, membuat model yang berguna untuk tujuan mengidentifikasi situs tenaga air kecil. Analisis kelayakan tekno-ekonomi yang diperlukan untuk pertandingan terbaik kondisi lokal, kebutuhan dan sumber daya. Mengembangkan model agar mampu mengevaluasi ukuran optimal ekonomi (turbin), daya nominal dari pembangkit listrik tenaga air kecil. Model ini memperkirakan rancangan desain dari hidro utama dan komponen sipil [31]

Dalam pembentukan tim analisis proyek biasanya terdiri dari wakil-wakil dari kelompok desain (sipil, electrical, mekanik,) dari sebuah kelompok perencanaan, kelompok implementasi, sebuah kelompok pelaksana dan kelompok keuangan. Mereka dipilih berdasarkan pengalaman mereka dan kinerja masa lalu. Mereka membentuk kelompok kerja studi kelayakan. Tim analisis proyek menetapkan persyaratan penilaian dan sosial environ, sebagian didasarkan pada hasil interaksi dengan n orang-orang yang terkena dampak proyek, pemangku kepentingan. Sebuah laporan kelayakan yang dihasilkan digunakan oleh manajemen pemilik untuk memutuskan apakah proyek direkomendasikan memiliki potensi untuk implementasi. Metoda (AHP) digunakan untuk analisis teknis, environmental dan sosial ekonomi simultan. Model analisis proyek seperti Analisis teknis (TA), analisis dampak model Analisis Proyek lingkungan (AMDAL) dan penilaian dampak sosial-ekonomi (SEIA) dilakukan secara bersamaan [32]

Menggunakan Elevation Model Digital (DEM) dan data hidrologi regional, Rham menghitung jumlah listrik tenaga air yang tersedia pada semua aliran di daerah studi, menyaring situs dalam taman dan lingkungan yang sensitif, dan biaya proyek perkiraan. Rham juga dapat menilai kesesuaian pembangunan pembangkit listrik tenaga air di daerah tertentu, dengan mempertimbangkan faktor ekonomi, lingkungan dan sosial, dan dapat menilai penyimpanan air dan perkembangannya. Rapid Assessment PLTA

Model (Rham) menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk mengidentifikasi peluang pembangkit listrik tenaga air. Aplikasi GIS

menyediakan beberapa kemampuan kunci untuk aplikasi listrik tenaga air. Hampir semua aspek dari proyek PLTA dapat direferensikan secara spasial ke lokasi geografis, dan atribut proyek atau lokasi dijelaskan menggunakan database. Rham dapat menghubungkan data ke lokasi geografis dan memungkinkan para insinyur untuk mengembangkan model komputasi yang secara signifikan meningkatkan kecepatan di mana volume besar data yang diolah menjadi informasi yang berguna [33]

III. METODE

Penelitian ini menggunakan desain Meta Analisis. Meta analisis secara sederhana dapat diartikan sebagai analisis atas analisis. Sebagai penelitian, meta analisis merupakan kajian atas sejumlah hasil penelitian dalam masalah yang sejenis. Setelah fokus penelitian menjadi jelas, maka akan dikembangkan instrumen penelitian sederhana, yang diharapkan dapat melengkapi data dan membandingkan kembali data yang telah ditemukan sebelumnya. Teknik pengumpulan data akan menggunakan teknik dokumentasi. Dokumen tertulis tersebut berupa: buku, artikel jurnal, dan laporan penelitian. Populasi dalam penelitian ini adalah semua dokumen tertulis mengenai penelitian assesment kelayakan pembangkit tenaga air. Sampel penelitian diambil menggunakan teknik *Purposive Sampling*. Hal ini dikarenakan data atau informasi yang ingin diperoleh dari sampel ditentukan berdasarkan kesesuaiannya dengan tema penelitian ini. Analisis data yang digunakan adalah analisis data kuantitatif dengan prosentase dan analisis data kualitatif untuk data-data hasil kajian naratif terhadap penelitian-penelitian yang ditemui.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian-penelitian tentang studi kelayakan dan penilaian kelayakan pembangkit tenaga air yang didapatkan dari 101 artikel hasil penelitian diperoleh penelitian relevan sebanyak sebanyak 49 artikel penelitian. Penelitian-penelitian itu diperoleh dari berbagai sumber, yaitu: artikel (hasil penelitian) dalam jurnal hasil penelitian dan laporan penelitian. Secara umum data tersebut didapatkan dengan mendownload dari internet.

1. Meta Analisis berdasarkan Tujuan Penelitian. Tujuan penelitian yang telah didapatkan dari penelitian penilaian kelayakan berdasarkan faktor teknis dan non teknis, berdasarkan penggunaan software. Berdasarkan

kajian terhadap 49 penelitian dapat dihasilkan data sebagai berikut dalam tabel 1 berikut ini:

No	Tujuan penelitian	Frekwensi	(%)
1	Dampak aspek teknis dan non teknis kelayakan	6	12
2	Hubungan Aspek utama Hidrolika dan ekonomis	38	78
3	Pengaruh Aspek Sosial dan lingkungan	5	10
4	Penggunaan software engineering	0	
	Jumlah	49	100

2. Meta Analisis berdasarkan desaian

Penelitian-penelitian dalam kelayakan menggunakan beberapa desain penelitian, yaitu: Eksperimen, Research and Development (R&D), Komparatif, Survei Berdasarkan kajian terhadap 49 penelitian tentang Assesment FS maka desain yang digunakan seperti terlihat dalam tabel 2 berikut ini:

No	Tujuan penelitian	Frekwensi	(%)
1	Eksperimen	10	20,4
2	R & D	7	14,2
3	Survei	28	57,2
4	Komparatif	4	8,2
	Jumlah	49	100

3. Meta Analisis berdarkan populasi /sampel

Populasi/sampel yang digunakan dalam penelitian-penelitian Assesment kelayakan atau yang menjadi subjek penelitiannya adalah negara maju dan berkembang dia empat benua. Berdasarkan kajian terhadap 49 penelitian, maka negara yang dijadikan populasi/ sampel dapat dilihat dalam tabel 3

No	Tujuan penelitian	Frekwensi	(%)
1	Asia	12	24,5
2	Eropa	21	42,9
3	Amerika	11	22,4
4	Afrika	5	10,2
	Jumlah	49	100

4. Meta Analisis berdasarkan Teknik data sesuai tabel 4 berikut ini;

No	Metode/teknik data	Frekwensi	(%)
1	MCDA	19	39

2	Deskriptif kuantitatif	25	51
3	Deskriptif Kualitatif	5	10
	Jumlah	49	100

Dari tinjauan terhadap hasil penelitian, secara umum didapatkan beberapa data bahwa dalam penilaian kelayakan aspek teknis dan non teknis adalah untuk memastikan apakah secara teknis dan pilihan teknologi tertentu, rencana bisnis dapat dilaksanakan secara layak atau tidak layak, baik pada saat pembangunan proyek maupun operasional rutin. Pemilihan terhadap jenis teknologi yang digunakan juga perlu dijelaskan, baik mengenai jenis jumlah dan ukuran bila diperlukan serta alasan-alasan dalam pemilihan, dihubungkan dengan masalah yang dihadapi investasi lainnya.

Disamping itu yang paling penting direncanakan dengan baik adalah ketersediaan jumlah air pada periode tertentu apakah kapasitas aliran dan sumbernya cukup memadai untuk memutar roda turbin sehingga kontinuitas energi yang dihasilkan dapat menghasilkan benefit pada waktu jangka panjang. Jika secara teknis layak untuk investasi sebuah pembangkit namun pada daerah tertentu perlu tetapi perlu dipastikan kelayakan sosial dan lingkungan karena investasi suatu pembangkit membutuhkan dana besar.

Beberapa negara maju dalam penilaian kelayakan sebuah pembangkit tenaga air melakukan analisa dengan begitu ketat seperti terlebih dahulu melakukan potensi sumber dengan memanfaatkan teknologi digital menggunakan satelit mengingat daerah yang berpotensi berada di dalam area hutan sehingga kapasitas aliran yang tersedia, beda ketinggian dari permukaan laut secara langsung terukur dan kemudian baru dilanjutkan dengan survey lapangan terhadap data primer yang telah diperoleh sebelumnya dan data data teknis lainnya yang diukur maupun diolah berdasarkan data sekunder yang telah ada pada instansi terkait.

Untuk memastikan sebuah kebijakan kelayakan maka Beberapa cara diambil untuk memutuskan kondisi tersebut berdasarkan kriteria yang telah disusun oleh pelaku maupun pihak pemerintah. Metoda yang digunakan bermacam macam yaitu Metoda Multi Kriteria Dan AHP Seperti: *Topsis*, *Triangular Fuzzy Numbers (TFNS)*, *Analytic Hierarchy Process Dan Data Envelopment Analysis (DEA) Dan Retscreen*

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa penilaian kelayakan pada sistem pembangkit tenaga berperan dalam meningkatkan kemampuan dalam mengambil keputusan layak atau tidak layaknya suatu investasi. Untuk memastikan sebuah kebijakan kelayakan maka beberapa cara diambil untuk memutuskan kondisi tersebut berdasarkan kriteria yang telah disusun oleh pelaku maupun pihak pemerintah. Metoda yang digunakan secara umum yaitu metoda Multi kriteria dan AHP.

Sebuah Pengembangan Assesment Pembangkit Tenaga Air Harus Sesuai Dan Mengacu Pada Perencanaan Teknik, Desain Dan Pelaksanaan Yang Berkelanjutan Menurut *International Hydropower Association's* (IHA). Menurut EIA (Environmental Impact Assessment) Perlu Mengkaji Amdal Memastikan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Air Tidak Merusak Lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antonio Carlos Caetano de Souza, Assessment and statistics of Brazilian hydroelectric power plants dam areas versus installed and firm power, *Renewable and Sustainable Energy Sciencedirect*
- [2] Anabela Botelho, Paula Ferreirab, Fátima Limac, Lígia M. Costa Pintod, Sara Sousa, Assessment of the environmental impacts associated with hydropower, *Energy Policy elsevier*
- [3] Khaled S. Blkhair , Khalil Ur Rahman), Sustainable and economical small-scale and low-head hydropower generation: A promising alternative potential solution for energygeneration at local and regional scale, *Applied Energy Elsevier*
- [4] Arun Kumar and H. K. Verma,2015, Indian Initiative to Develop Standards, Guidelines and Manuals for Small Hydropower , *Proceding*
- [5] Priyabrata Adhikary, Susmita Kundu, *Small Hydropower Project: Standard Practices, Ijesat*
- [6] Ronald H, S.Heimerl, A. Arch, Beate B, Rabia Recla, Cezmi Bilmez, Unal Mesci,2009), Evaluation of Small and Medium Hydropower in Turkey in consideration of economical aspects, conference paper
- [7] Kemal Sarıca, İlhan Or, 7 juni 2005), Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis, *SciencDirect*
- [8] Matteo Mattmann, Ivana Logar a, Roy Brouwer,2 may 2016), *Hydropower externalities: A meta-analysis, Elsevier*
- [9] Petras Punys Antanas Dumbrasukas, Algis Kvaraciejus and Gitana Vyciene,26 agus 2011, *Tools for Small Hydropower Plant Resource Planning and Development: A Review of Technology and Applications, energies*
- [10] Priyabrata Adhikary, Pankaj Kr Roy and Asis Mazumdar,1 jan 2014, *Multi-Dimensional Feasibility Analysis Of Small Hydropower Project In India: A Case Study, Arpn*
- [11] Dele Innocent Shobayo1, Isaiah Adediji Adejumobil, Olufriopo Samson Awokola, Adio Taofiki Akinwale, An assessment of the small hydro potential of Opeki River, southwestern Nigeria, *Science Journal of Energy Engineering 2014; 2(3): 25-31 Published online June 30, 2014*
- [12] Momin Mukherjee and Sahadev Roy, Feasibility Studies and Important Aspect of Project Management, *International Journal of Advanced Engineering and Management*
- [13] Fahmida Sharmin Jui, A Feasibility Study of Mini Hydroelectric Power Plant at Sahasradhara Waterfall, Sitakunda, Bangladesh, *Proceedings of 2015 3rd International Conference on Advances in Electrical Engineering 17-19 December, 2015, Dhaka*
- [14] J.E. Hunink,S. Contreras,P. Droogers, Hydrological pre-feasibility assessment for the Romuku hydropower plant Central Sulawesi, Indonesia, *Report Future Water: 141, www.futurewater.nl., May 2015*
- [15] Kumudu Rathnayaka *, Hector Malano and Meenakshi Arora,sep 2016, Indonesia: a GIS and hydrological modeling approach, MDPI, Basel, Switzerland Received: 16 May 2016; Accepted: 29 August 2016; Published: 6 September 2016
- [16] Andrew B, Wyatt & Ian G. Baird, *Transboundary Impact Assessment in the Sesan River Basin: The Case of the Yali Falls Dam, Water*
- [17] Athanassios D. Karlis, Demetrios P. Papadopoulos,2000), A systematic assessment of the technical feasibility and economic viability of small hydroelectric system installations, *ScienceDirect*
- [18] Min Gyung Yu and Yujin Nam, Feasibility Assessment of Using Power Plant Waste Heat in Large Scale Horticulture Facility Energy Supply Systems, *Elsevier*

- [19] Petras Punys Antanas Dumbrasukas, Algis Kvaraciejus and Gitana Vyciene, 26 August 2011, Tools for Small Hydropower Plant Resource Planning and Development: A Review of Technology and Applications, *energies*
- [20] Anabela Botelho, Paula Ferreirab, Fátima Limac, Lúgia M. Costa Pintod, Sara Sousa, Assessment of the environmental impacts associated with hydropower, *Energy Policy* elsevier
- [21] M.Cihat Tuna, Feasibility assesmen of hydropower plant in UNGAUGED River Basin: A Case Study, Springerlinink
- [22] Dele Innocent Shobayo1, Isaiah Adediji Adejumobil, Olufriopo Samson Awokola, Adio Taofiki Akinwale, An assessment of the small hydro potential of Opeki River, southwestern Nigeria, *Science Journal of Energy Engineering* 2014; 2(3): 25-31 Published online June 30, 2014
- [23] Edwar Chong, Peter robinson), Feasibility Study for the Baleh Hydroelectric Project, *Journal*
- [24] Risako Morimoto, University of London, UK, incorporating socio-environmental considerations into project assessment models using multi-criteria analysis: A case study of Sri Lankan hydropower projects, *Energy Policy* elsevier
- [25] Renata Archettia Dicam, University of Bologna, Italy 2011, Micro hydroelectric power: Feasibility of a domestic plant, *Procedia Engineering* Procedia Engineering www.elsevier.com/locate/procedia, 2011
- [26] Av Erik Helland-Hansen, Methods for Integrating the Environmental and Social Concerns in Hydropower Development in Developing Countries, Innlegg på seminar i Vannforeningen 22. november 2007. *Water and Environmental Management* i Norconsult AS
- [27] Schmitz, 2006, Developing a methodology for assessing the Sustainable Development impact of Small Scale CDM hydropower projects, Hwwa-Report 267 Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (Hwwa) Hamburg Institute of International Economics 2006
- [28] Naufal Rospriandana and Masahiko Fujii, 2017, Assessment of small hydropower potential in the Ciwidey subwatershed, *Hidrologi Research Letters* 11 (1), 6-11 (2017) J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/)
- [29] Vincent Amanor-Boadu, PhD, Assessing the Feasibility of Business Propositions, Department of Agricultural Economics Agricultural Marketing Resource Center Kansas State University
- [30] Lu Gan * ID, Dirong Xu, Lin Hu and Lei Wang), Economic Feasibility Analysis for Renewable Energy Project Using an Integrated Tfn-Ahp-Dea Approach on the Basis of Consumer Utility, *Energies* ganlu_soarpb@sicau.edu.cn; Tel.: +86-138-8042-0832
- [31] Tefano Mandelli, Emanuela Colombo, Andrea Redondi, Francesco Bernardi, Bonaventure B. Saanane, Prosper Mgaya, Johnstone Malisa), A Small-hydro Plant Model for Feasibility Analysis of Electrification Projects in Rural Tanzania, *energies* ISSN 1996-1073 www.mdpi.com/journal/energies
- [32] Prasanta Kumar Dey), Integrated approach to project feasibility analysis: a case study, *Impact Assessment and Project Appraisal*, <http://www.tandfonline.com/loi/tiap20>
- [33] By Ron Monk, M.Eng., P.Eng.; Stefan Joyce, P.Eng.; and Mike Homenuke, P.Eng, Kerr Wood Leidal Associates Ltd., Burnaby, BC Canada), Rapid Hydropower Assessment Model Identify Hydroelectric Sites Using Geographic Information Systems, sciendirect

Biodata Penulis

Suryadimal, lahir di Lubuk basung 29 Juni 1970 . Sarjana Teknik Mesin dari Universitas Bung Hatta, lulus 1995. Tahun 1999 memperoleh gelar Magister Teknik Mesin pada Jurusan Teknik Mesin ITB. Pekerjaan sehari hari sebagai staf pengajar Teknik Mesin Universitas Bung Hatta dan aktif sebagai tenaga ahli dikonsultasikan Teknik bidang kajian energi .