Insentif dalam Perkembangan Panel Surya: Literatur Review

Nurmasitya Kemalaintan[1], Hilya Mudrika Arini[2]
Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Gadjah Mada[1,2]
E-mail: nurmasityakemalaintan@mail.ugm.ac.id[1], hilya.mudrika@ugm.ac.id[2]

ABSTRACT
Financial policies provided of incentives to reduce cost or increase awareness are one of the drivers of solar panel development. The incentives is widely used in various countries and studied continously. This study conducted a systematic literature review to analyze the type of incentives and approaches that used in their implementation. The PRISMA framework was used to identify 28 relevants articles in solar panel incentives. The results of the analysis show that the approch is carried out through two methodes, namely quantitative and qulitative methods. The quantitative approaches uses system modelling and cost analysis that explores immediate time-term and financial impacts. While a qualitative approach through reviews and interviews that explore experience of previous incentive programs. From this approach, various type of incentives are produced including Feed In Tariff (FIT), RnD Investment, Net Metering, Tax Incentive, Green Certificate dan *Educational Program. Each incentives provides a boost in a different way. Furter research focused on the process of approaching interviews of various types of incentives to explore the effectiveness before it was apllied in the field. A more complex for undestanding of the purpose of solar incentive is very important as an effort to encorage the development of solar panels.*
Keywords : *Qualitative, Quantitative, Insentive, Solar Panel*

ABSTRAK
Kebijakan finansial yang diberikan berupa insentif untuk mengurangi biaya ataupun meningkatkan *awareness* menjadi salah satu pendorong perkembangan panel surya. Pemberian insentif banyak digunakan di berbagai negara dan dipelajari secara terus menerus. Studi ini melakukan tinjauan literatur sistematis untuk menganalisis jenis insentif dan pendekatan yang digunakan dalam penerapannya. Kerangka PRISMA digunakan untuk mengidentifikasi 28 artikel yang relevan dalam insentif panel surya. Hasil analisis menunjukan bahwa pendekatan dilakukan melalui dua metode yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif menggunakan pemodelan sistem dan analisis biaya yang mengeksplore dampak jangka waktu dan finansial langsung . Sementara pendekatan kualitatif melalui review dan interview yang mengeksplore pengalaman program insentif sebelumnya. Dari pendekatan ini menghasilkan berbagai macam jenis insentif di antaranya *Feed In Tariff (FIT), RnD Investment, Net Metering, Tax Incentive, Green Certificate* dan *Educational Program.* Masing masing insentif memberikan dorongan dari segi sisi yang berbeda. Penelitian lanjutan difokuskan pada proses pendekatan interview dari berbagai jenis insentif guna mendalami kefektifan setiap insentif sebelum diterapkan dilapangan. Pemahaman yang lebih komplek terkait penggunaan insentif panel surya sangat penting sebagai upaya mendorong perkembangan panel surya.
Kata Kunci : Kualitatif, Kuantitatif, Insentif, Panel Surya

PENDAHULUAN

Tantangan global terkait perubahan iklim yang cukup ekstrim dipaksa untuk mengurangi efek gas rumah kaca secara bertahap. Kandungan karbondioksida salah satunya menjadi penyebab dari efek rumah kaca. Kandungan karbondioksida banyak dihasilkan dari penggunaan energi fosil[1]. Energi fosil dapat digantikan dengan energi bersih seperti salah satunya teknologi panel surya. Indonesia sebagai salah satu negara global harus turut mengurangi dampak perubahan iklim ini. Dua musim yang dimiliki Indonesia yaitu musim penghujan dan musim panas menunjukkan keuntungan atas kelimpahan sinar matahari. Radiasi matahari ini memiliki persebaran yang rata di seluruh wilayah Indonesia. Potensi ini menjadi kesempatan besar Indonesia untuk mengembangkan panel surya[2]. Melihat potensi yang luas dan angka target pemanfaatan energi terbarukan, pemerintah Indonesia mendorong penggunaan panel surya diberbagai sektor seperti rumah tangga, sosial, bisnis dan industri skala kecil menengah. Pemerintah Indonesia menerapkan berbagai kebijakan untuk mempercepat target yang ingin dicapai. Kebijakan diarahkan diberbagai bagian mulai dari sosial sampai ekonomi. Kebijakan ekonomi yang terus dilakukan yaitu dengan memaksimalkan pemanfaat panel surya dari segi pembiayaan[3].

Dalam segi pembiayaan melalui intervensi kebijakan finansial yang dilakukan berupa pemberian insentif. Insentif memberikan manfaat pada penurunan beberapa biaya termasuk biaya listrik dan biaya pemasangan[4]. Insentif tersebut berupa insentif pajak penghasilan, pembebasan pajak masuk, kontribusi moneter untuk investasi hijau dan pinjaman lunak. Program insentif dengan skema voucher dilakukan di tahun 2022 merupakan hibah *Sustainable Energy Fund* (SEF)[5]. Sedangkan di beberapa negara global banyak memilih menggunakan intervensi ekonomi melalui berbagai insentif. Pemberian insentif dipilih karena dapat mengatasi ekonomi baik secara perusahan maupun konsumen. Insentif bisa berdampak positif ke berbagai aspek baik secara peningkatan motivasi maupun pemenuhan kebutuhan di suatu individu. Beberapa negara yang berhasil mengembangkan panel surya juga melalui strategi pemberian insentif. Negara yang telah sukses melakukan pemerian insentif adalah China, Jerman, Kanada, Amerika, Vietnam dan India.

ISSN 2775-5630

Literature review terkait jenis insentif dan pendekatan insentif belum banyak dilakukan sehingga artikel ini secara khusus mengulas tentang insentif secara khusus yang digunakan untuk perkembangan panel surya. Tujuan artikel ini untuk menggali informasi dalam bentuk kajian literatur yang relevan dengan macam insentif dalam perkembangan panel surya. Kajian ini mencoba mengidentifikasi pendekatan yang digunakan dalam penelitian insentif dan memberikan informasi tentang jenis insentif. Selain itu, artikel ini memberikan wawasan mendalam tentang pengaruh masing-masing insentif dalam perkembangan panel surya. Artikel ini juga memberikan rekomendasi penelitian untuk menyempurnakan kajian penelitian insentif secara keseluruhan utamanya di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Insentif

Insentif merupakan salah satu objek dari organisasi yang digunakan sebagai alat motivasi dan dorongan perilaku sesuai keinginan. Insentif dapat berupa hadiah, keuntungan, pengakuan, atau kompensasi kepada orang sehingga dapat mempengaruhi pengambilan keputusan[6]. Secara umum, kegiatan organisasi diberbagai bidang baik bisnis hingga kebijakan pemerintah menggunakan bantuan insentif. Insentif memudahkan suatu organisasi untuk mencapai hasil yang diinginkan[7]. Insentif menghasilkan dampak yang bermacam antara lain mempengaruhi langsung standar harga, dan tidak langsung mendorong perilaku secara psikologis. Dengan kata lain, insentif dapat sebagai pematik motivasi baik secara internal maupun sosial. Beberapa kasus, insentif dapat tidak berdampak positif bagi beberapa agen karena kepemilikan nilai fungsi individu yang berbeda. Nilai fungsi tersebut seperti keuntungan nilai ekternal, kenikmatan dari kegiatan, dan kepedulian terhadap tujuan pemberian insentif. Hal ini menjadi hasil tak terduga dalam strategi pemberian insentif apabila ditarik [8].

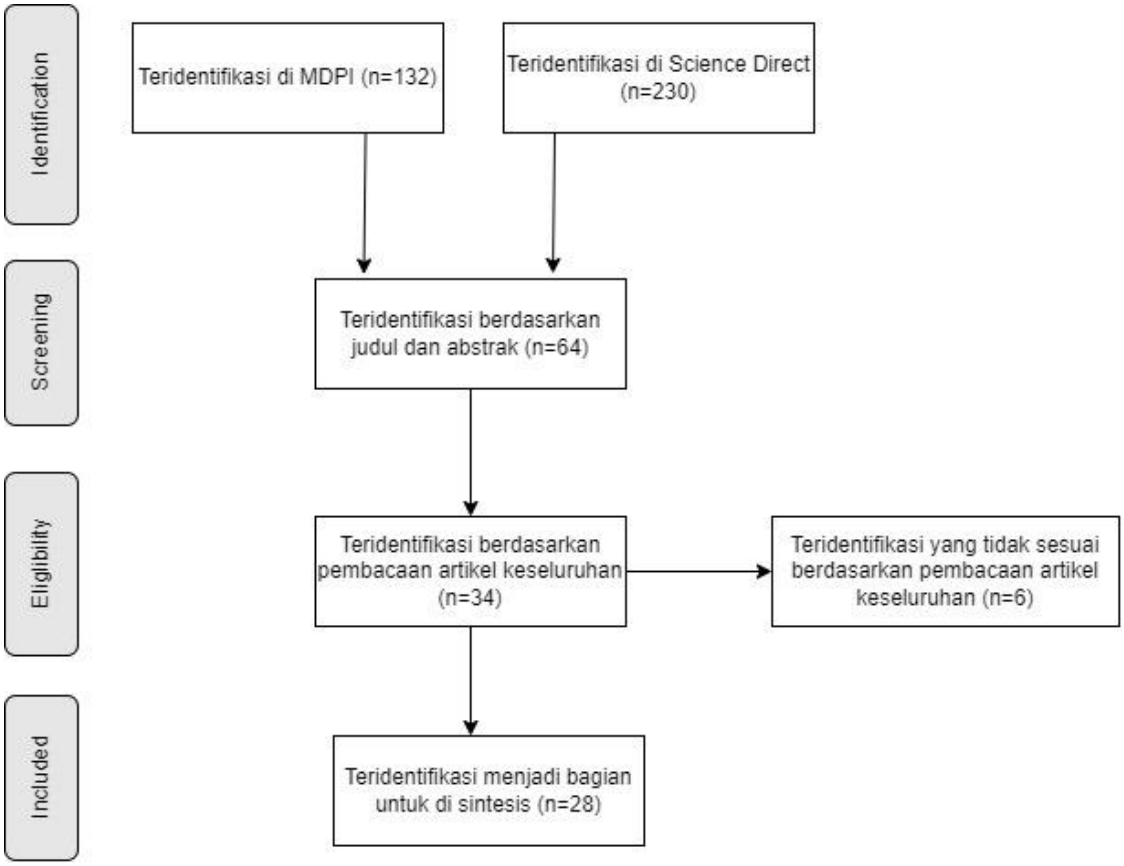
Panel Surya

Panel surya merupakan salah satu teknologi energi bersih karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca dalam proses produksinya. Proses produksi panel surya dilakukan dengan cara menyerap radiasi sinar matahari dan diubahnya menjadi energi listrik [9]. Komponen panel surya bersifat semikonduktor sebagai pendukung proses produksi tersebut. Komponen semikonduktor disebut sel *photovoltaic*. Sel photovoltaic memiliki efek fotoelektrik yang menyebabkan pelepasan elektron dan mengalirkan muatan proton. Proses perpindahan proton ini disebut sebagai arus listrik [10]. Panel surya menghasilkan arus listrik searah yang disebut *direct current* (DC). Arus listrik ini tidak dapat digunakan langsung ke peralatan elektronik rumah tangga, sehingga perlu memasang inverter untuk mengubah arus listrik searah menjadi bolak-balik atau disebut *alternating current* (AC)[11].

METODE

Desain penelitian ini adalah Literature Review dengan mengacu jawaban untuk pertanyaan “Bagaimana pendekatan insentif panel surya di berbagai Negara ?” dan “Insentif panel surya apa yang digunakan di negara tersebut ?”. Pemilihan jurnal dari database ini menggunakan skema *Prefferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes* (PRISMA). PRISMA banyak membantu penulis untuk meningkatkan fokus jurnal yang akan direview karena sifatnya yang sistematis dan transparan. Pelaporan skema ini menggunakan tinjauan sistematis berdasarkan uji coba acak yang dievaluasi. Skema mencakup 4 tahap yaitu mengidentifikasi, memilih, menilai, dan mensintesis literatur[12].

ISSN 2775-5630



Gambar 1. Flowchart PRISMA

Pencarian artikel melalui *Science Direct* dan *Journal MDPI* menggunakan kata kunci "*incentive" AND "solar panel" OR "photovoltaic"*. Dari kedua search engine tersebut mendapatkan artikel sebanyak 362 dengan memasukan kriteria tahun 2015 sampai 2023. Di dalam science direct menambah kriteria *energy policy* dan *open acces* untuk memfokuskan artikel sebatas terkait kebijakan. Selanjutnya dilakukan pembacaan judul dan abstrak artikel untuk disesuaikan dengan pertanyaan penelitian. Dari jumlah tersebut, banyak artikel yang sama dan tidak relevan dengan pertanyaan penelitian. Sehingga menghasilkan 64 artikel yang secara screening sesuai. Masing-masing artikel tersebut dibaca kembali secara keseluruhan dengan mempertimbangkan kesesuain pertanyaan penelitian dan kebutuhan informasi mendapatkan 34 artikel. Dari 34 artikel terdapat 6 artikel yang tidak sesuai karena artikel membahas tentang insentif energi terbarukan secara umum, tidak membahas fungsi insentif sebagai penunjang perkembangan panel surya dan rancang peralatan sebagai pendukung insentif. Hasil akhir pembacaan yang sesuai dengan pertanyaan penelitian sebanyak 34 artikel. Sehingga dari 34 jurnal artikel ini akan dilakukan sintesis literatur dan analisis. Jurnal yang terpilih kemudian diolah dan dianalisis berdasarkan metode pendekatan dan jenis insentif yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Insentif merupakan salah satu objek dorongan untuk perilaku individu yang sesuai dengan keinginan sebuah organisasi. Pemberian insentif tidak sepenuhnya dapat diterima dan diterapkan secara langsung sebagai pendorong perkembangan panel surya. Sebanyak 28 literatur yang terpilih melakukan penelitian dengan berbagai model pendekatan sebagai pembuktian intervensi insentif. Berdasarkan 28 jurnal yang teridentifikasi dapat dikelompokkan menjadi dua pendekatan. Pendekatan tersebut berbasis kuantiatif dan kualitatif. Berikut tabel 1 distribusi penelitian tentang pendekatan insentif panel surya.

Tabel 1. Pendekatan Penelitian Insentif Panel Surya

Pendekatan		Jumlah Jurnal
Kuantitatif	Pemodelan	7
	Analisis Biaya	13
Kualitatif	Review	7
	Interview	1

Note : Diolah penulis

ISSN 2775-5630

Pendekatan Kuantitatif

Metode pendekatan kuantitatif merupakan metode penelitian untuk menguji hipotesis dari data berupa angka[13]. Literatur yang menggunakan pendekatan kuantitaf sebanyak 20 artikel. Pendekatan kuantitatif dalam penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu pemodelan dan analisis biaya. Pemodelan dalam bentuk simulasi sistem menggunakan metode *System Dynamic* (SD), *Agent Based Modelling* (ABM). Sebanyak 7 artikel menggunakan pemodelan sistem sebagai pendekatan insentif dalam perkembangan panel surya. Sebagian besar dari hasil simulasi dilakukan untuk melihat kinerja suatu insentif dalam perkembangan panel surya di masa mendatang.

System Synamic (SD) merupakan metode memodelkan sistem dengan variabel yang memiliki hubungan. Memodelkan suatu sistem interaksi kedalam simulasi komputer untuk memberikan efek nyata sehingga aplikasi suatu intervensi tersebut dapat dengan mudah diketahui kelemahan dan kelebihannya. Beberapa penelitian menggunakan metode ini untuk menganalisis dan mencari hubungan dari insentif yang digunakan dengan perkembangan panel surya. Penelitian mengenai kinerja insentif dalam perkembangan panel surya. Intervensi kebijakan insentif berupa *feed in tarif* dan *RnD investment* secara simulasi dapat mempengaruhi banyak hal. Dari penelitian menunjukan simulasi interaksi positif pada kedua insentif tersebut[11][12]. Kedua insentif mempengaruhi intervensi yang berbeda yaitu mengacu pada total kapasitas panel surya dan pengurangan biaya industri panel surya. *System Dynamic* dalam penelitian tersebut menangkap variabel kompleksitas interaksi insentif yaitu dinamika tarif dan keterlambatan konstruksi. Interaksi digunakan untuk mengetahui kapasitas total operasi panel surya, jumlah pendaanaan yang dibutuhkan, dan biaya penghematan lingkungan[16]. Beberapa skenario diolah kedalam interaksi tersebut dengan tujuan untuk mempelajari perilaku model. Hasilnya berupa skenario menguntungkan maupun tidak menguntungkan yang dapat terlihat saat pemodelan selesai untuk tahun mendatang. Adapun penelitian menyebutkan bahwa *System Dynamic* dapat mengetahui secara langsung adanya pengurangan instalasi panel surya seiring dengan pemotongan insentif yang diberikan[17]. Berbeda dengan [18]menggunakan *system dynamic* untuk interaksi insentif dengan *levelized cost of energy* (LCOE)[18]. Insentif dikaitkan dengan biaya investasi dan pemeliharaan berdasarkan jumlah energi yang dihasilkan selama masa pemakaian alat. Sementara penelitian [19], [20] mensimulasikan insentif menggunakan sertifikat hijau dalam perkembangan panel surya. Perdagangan sertifikat hijau memberikan peningkatan kepemilikan. Harga standart sertifikat hijau yang ditawarkan akan menarik minat investor. Selain itu perdagangan sertifikat hijau ini menurunkan harga panel surya on-grid walaupun periode pertama mengalami fluktuasi.

Agent Based Modelling (ABM) merupakan pendekatan simulasi suatu entitas secara independen sesuai peraturan tertentu untuk berinteraksi dalam mencapai tujuan keseluruhan. Pendekatan ini digunakan untuk pengambilan keputusan yang terdistribusi dan memanfaatkan perilaku interaksi antar variabel dan lingkungannya. Pemodelan sistem menggunakan ABM untuk menganalisis efektivitas kebijakan terhadap tingkat pertumbuhan panel surya dapat dilakukan[21]. Kebijakan baik berupa insentif dan peraturan untuk menghindari kenaikan harga listrik yang curam. Model dilihat berdasarkan entitas rumah tangga berdasarkan variabel yang dimiliki seperti konsumsi listrik per jam, tingkat insentif, harga modul panel surya, dan harga listrik per jam. Pola perilaku interaksi juga melihat setiap minggu selama 20 tahun terkait efek iklan langsung, pendapatan rumah tangga, dan payback period rumah tangga. Intervensi insentif yang digunakan mengabungkan antara insentif *Feed In Tarif* (FIT) dan *Investemnet Tax Credit* (ITC). Dalam percobaan, variabel insentif berubah setiap jangka waktu tertentu sesuai sistem nyata. Hasilnya kedua insentif ini cenderung menaikan jumlah adopsi panel surya di tahun ke lima penerapan insentif. Pemodelan ini dapat mengintegrasikan isu keteknikan, tekno ekonomi, sosial, ekonomi makro, dan lingkungan untuk dimodelkan kedalam ABM dengan 3 skenario[22]. Skenario pertama kebijakan subsidi modal 100%, skenario kedua menurunkan harga panel surya hingga 40% dari harga semula. Kemudian di skenario ketiga bank memberikan layanan pembiyaan pinjaman lima tahun dengan tingkat bunga tahunan 12% - 70% dan subsidi modal 30% serta skenario keempat net metering. Kemepetan skenario tersebut muncul dari prespektif kebijakan. Skenario tersebut dimodelkan untuk melihat kesediaan membeli panel surya sehingga berdampak pada jumlah pengguna panel surya. Lebih komplek lagi dengan menggunakan berbagai faktor adopsi panel surya dari kuesioner oleh [23]. Penelitian ini memasukan berbagai model niat rumah tangga untuk dilihat faktor utama mengadopsi yaitu pemberian bantuan finansial. Penelitian ini memberikan beberapa skenario menggunakan tarif export, insentif, dan kampanye. Beberapa skenario itu dilakukan masing-masing atapun saling disgabungkan.

Ada beberapa penelitian menggunakan pendekatan kuantatif melalui perhitungan analisis biaya. Analisis biaya melibatkan berbagai biaya yang muncul sebagai pendukung pemasangan panel surya. Analisis biaya digunakan untuk mengetahui sumber keuangan dan pengeluaran yang dapat dioptimalkan hasilnya dari sudut pandang investor. Analisis biaya umumnya perhitungan berdasarkan Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Return on Investment (ROI), dan Levelized Cost of Energy (LCOE). Analisis biaya bertujuan untuk mencari nominal profitabilitas atau biaya modal di masa depan[16].

ISSN 2775-5630

Pendekatan Kualitatif

Metode pendekatan kualitatif merupakan penelitian untuk metode penelitian untuk menggali pemahaman dan insterprestasi dari suatu subjek[24]. Pendekatan insentif melalui pendekatan kualitatif dibagi menjadi dua yaitu review dan interview. Review dilakukan dengan mengevaluasi dan melihat program insentif yang diterapkan disuatu wilayah. Hasil evaluasi dan review akan digunakan dan diterapkan di suatu negara. Review berupa standart pelaksanaan dan hambatan program. Sedangkan di metode interview melalui pengalaman konsumen dalam menggunakan program tersebut. Pengalaman konsumen yang hasilnya dibagi menjadi dorongan dan hambatan narasumber dalam menggunakan panel surya dengan penunjang program standarisasi. Penelitian melalui pendekatan interview pernah dilakukan di negara Eropa. Interview dilakukan kepada konsumen panel surya yang menggunakan program penawaran standar energi terbarukan (RESOP)[25]. Program tersebut bertujuan untuk meningkat kapasitas panel surya di negara bersangkutan.

Jenis Insentif

Hasil analisis dari 28 jurnal terpilih, menggunakan jenis insentif berbeda beda. *Feed In Tariff* (FIT) menjadi insentif yang paling banyak diteliti dan digunakan. Secara simulasi dengan membuat skenario penurunan rate FIT sebesar 10% menghasilkan hubungan positif dengan kemauan investor membeli panel surya. Harga FIT yang besar menujukan kesamaan dengan besar jumlah investor membeli panel surya sehingga akan meningkatkan kapasitas terpasang panel surya[11][12]. Castaneda dkk melakukan simulasi juga dengan skenario penerunan FIT setiap bulan selama 20 tahun menunjukan hasil tingkat FIT berjalan beriringan dengan tingkat adopsi panel surya[17]. Tingkat FIT meningkat maka adopsi panel surya juga meningkat. Demikian pula, jika tingkat FIT menurun, maka adopsi panel surya juga menurun. Hasilnya sedikit berbeda apabila panel surya yang didukung teknologi baterai. Harga FIT naik maka penerapan penyimpanan baterai rendah karena permintaan listrik dari jaringan listrik akan selalu tinggi dibandingkan penyimpanan baterai. Ahmad dkk menyebutkan tingkat FIT tinggi menghasilkan kapasitas panel surya terpasang tinggi juga[16]. FIT memiliki tingkat sensitifitas tinggi akan tingkat kemunduran FIT karena dampak yang diberikan lebih terasa dibanding tingkat FIT rendah. Wand dan Leuthold menyatakan bahwa kebijakan feed in tariff yang optimal akan berdampak pada variasi kesejahteraan sosial[26]. Kesejahteraan sosial tinggi pada pemiliki panel surya karena mendapatkan penghasilan dari energi yang disalurkan ke jaringan listrik. Sementara lainnya sebagai konsumer energi listrik jaringan. Namun hal ini harus diimbangi menggunakan pendekatan inovasi difusi atau ekternal lingkungan karena FIT tidak menghasilkan pengurangan biaya yang besar pada efek pembelajaran pada produk. Secara garis besar hasil FIT paling efektif dalam meningkatkan pertumbungan kapasitas terpasang panel surya artinya mempengaruhi penyebaran distribusi panel surya[11][12].

RnD Investment merupakan insentif pemerintah sebagai pengerak utama pengurangan biaya industri panel surya. Walaupun *RnD Investment* memiliki dampak positif pada peningkatan kapasitas panel surya secara bertahap. Namun Insentif ini lebih memainkan peran pada tingkat kemajuan teknologi panel surya[15]. Secara simulasi menunjukan bahwa pengurangan biaya sistem fotovoltaik akan mengurangi biaya investasi investor sehingga meningkatkan minat investor yang berdampak pada kenaikan kapasitas terpasang panel surya[16]. RnD investment lebih mengurangi biaya teknologi panel surya karena inovasi panel surya yang selalu berjalan[27].

Net Metering merupakan alat insentif berupa meteran pengukuran energi bersih. Secara simulasi, net meteting ini efektif dalam menciptakan pasar panel surya di daerah perkotaan karena dapat menghasilkan tarif yang lebih tinggi daripada tarif referensi. Net metering sangat cocok untuk wilayah yang ketergantungan tinggi dengan produksi listrik berbasis minyak dan tidak banyak rumah tangga yang mampu membeli investasi panel surya[22]. Insentif ini memberikan kesempatan pemilik panel surya memproduksi listrik sendiri dan menghemat penggunaan listrik untuk beberapa periode penggunaan kedepan. *Net Metering* memberikan dukungan finansial sepanjang masa pakainya, namun hambatan pada pelanggan yaitu akan kesadaran dan pengetahuan dari potensi permasalahan kinerja alat[28].

Tax Incentive merupakan insetif keringan pembayaran pajak. Pajak yang dapat diringakan berupa pajak bea masuk, pajak bumi dan bangunan, serta pajak pendapatan pribadi[29]. Pajak pendapat pribadi ditujukan pada pihak yang menghasilkan energi sendiri melalui panel surya tergantung pada kapasitas terpasang. Insentif ini sudah digunakan di Republik Ceko sebesar 15%. Pajak bumi dan bangunan meringankan pajak properti karena pemasangan panel surya untuk meingkatakn nilai properti bangunan. Pajak bea masuk membebaskan pembayaran cukai atas hasil energi dai energi panel surya. Insentif ini cukup mendorong kepemilikan panel surya karena hambatan pada pajak insentif ini pada proses legilatif dan administrasinya. Negara yang sukses menggunakan kebijakan ini, tidak berdiri sendiri pada insentif pajak namun dengan beberapa kebijakan kuota dan regulasi harga.

Green Certificate merupakan insentif berupa dokumen keikutsertaan penggunaan energi terbarukan di lingkungannya. Green certificate ini memberikan keringanan kepada perusahan untuk berkontribusi dalam

ISSN 2775-5630

penggunaan energi terbarukan tanpa melakukan pemasangan pembangkit listrik surya secara langsung [20], [29], [30], [31], [32]. Di Polland, instrumen sertifikat hijau mengalami kendala berkaitan dengan kelola yang salah dari pemerintah dan legislatif. Pengelolaan yang gagal akibat dari ketimpangan pasar antara permintaan dan penawaran hak milik sertifikat. Hal ini mengurangi minat investasi panel surya pada perusahaan.
Educational Program memberikan pelatihan dan pengetahuan gratis tentang panel surya. Insentif secara simulasi mendorong konsumen secara tidak langsung pada perilaku keseharian. Namun untuk menerapakan insentif ini perlu adanya dukungan dari insentif lain. Insentif ini berdiri sendiri akan menghasilkan tingkat adopsi panel surya yang rendah[23].

Rekomendasi Peluang Penelitian

Tabel 2. Hasil Distribusi Penelitian Insentif Panel Surya

Pendekatan		Jenis Insentif					
		Feed In Tariff	*RnD Invesmet*	*Net Metering*	*Tax Incentive*	*Green Certificate*	*Educational Program*
Kuantitatif	Pemodelan	v	v	v	v	v	v
	Analisis Biaya	v	v	v	v	v	
Kualitatif	Review	v	v	v	v	v	v
	Interview	v					

Note : Diolah penulis

Beberapa dari tinjauan literatur yang terpilih dipetakan dan menghasilkan beberapa peluang penelitian. Peluang penelitian difokuskan pada pendekatan kualitatif. Analisis pendekatan kualitatif diberbagai jenis insentif yang dihasilkan dari tinjauan literatur penelitian sebelumnya sudah ada beberapa dilakukan. Namun penelitian selanjutnya dapat mengambil pada bagian lebih spesifik yaitu interview. Pendekatan interview umumnya digunakan untuk melihat pengalaman dan pandangan konsumen panel surya terkait. Banyaknya insentif di berbagai negara belum tentu dapat diterima langsung oleh konsumen panel surya sehingga perlu penelitian lebih lanjut terkait ini. Dengan demikian penelitian terkait insentif panel surya dapat lebih optimal berdasarkan konteks kehidupan nyata. Selain itu topik insentif dapat mengarah pada insentif program pendidikan. Program pendidikan ini lebih kepada persuasif masyarakat untuk mengetahui dan mengenal panel surya lebih detail[23]. Hal ini dapat mempengaruhi perilaku masyarakat dalam motivasi penggunaan panel surya.

KESIMPULAN

Perkembangan energi panel surya yang pesat didorong salah satunya dengan pemberian insentif. Insentif menunjang perkembangan panel surya dari berbagai sisi panel surya. Hal ini dibuktikan melalui pendekatan penelitian. Pendekatan untuk membuktikan insentif tersebut ada 4 metode yaitu pendekatan dengan pemodelan sistem, analisis biaya, review, dan interview. Masing-masing memiliki fokus yang berbeda. Pemodelan sistem terkait jangka panjang dari panel surya, analisis biaya cenderung ke nilai panel surya, review untuk evaluasi dari negara lain untuk diterapkan ke negaranya, dan interview melihat pengalaman konsumen pada suatu insentif. Kemudian, Ada 6 jenis insentif yang sering digunakan yaitu *Feed in Tariff, RnD Investment, Tax Incentive, Net Metering, Green Certificate, Educational Programs*. *Feed In Tarif* menggunakan berbagai pendekatan disebut paling efektif dalam difusi panel surya. Sedangkan *Rnd Investment* berperan dalam penurunan biaya produksi panel surya. *Net Metering*, merupakan alat pengukur energi bersih, membantu dalam menghitung energi yang diekspor ke jaringan listrik sehingga pengguna panel surya mendapatkan profit dari penjualan energinya. *Tax Incentive* memberikan pembebasan pajak dari fasilitas import pembelian pendukung instalasi atau bahan baku panel surya. Sementara *Green Certificate* dan *Educational Program* mendorongan konsumen panel surya secara perilaku. *Green Certificate* mendorong motivasi konsumen secara dokumentasi dan sosial. Sedangkan *Educational Program* mendorong konsumen dalam segi kepercayaan diri untuk menggunakan panel surya.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Samidjo and Y. Suharso, “MEMAHAMI PEMANASAN GLOBAL DAN PERUBAHAN IKLIM,” 2017, [Online]. Available: https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=2575080&val=24122&title=MEMAHAMI%20PEMANASAN%20GLOBAL%20DAN%20PERUBAHAN%20IKLIM
[2] F. Afif and A. Martin, “Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia,” *JEEMM*, vol. 6, no. 1, p. 43, May 2022, doi: 10.30588/jeemm.v6i1.997.

[3] M. Ridwan, "Pemanfaatan Potensi PLTS Terhambat Masalah Ini," *bisnis.com*, Jakarta, Desember 2020. [Online]. Available: https://ekonomi.bisnis.com/read/20201215/44/1331312/pemanfaatan-potensi-plts-terhambat-masalah-ini
[4] A. Halimatussadiah *et al.*, "The Impact of Fiscal Incentives on the Feasibility of Solar Photovoltaic and Wind Electricity Generation Projects: The Case of Indonesia.," *J. sustain. dev. energy water environ. syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–16, Aug. 2022, doi: 10.13044/j.sdewes.d10.0425.
[5] H. EBTKE, "Dorong Stakeholder Lakukan Pemasangan PLTS Atap Secara Masif, Pemerintah Tawarkan Insentif." Accessed: Jun. 28, 2023. [Online]. Available: https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/22/3093/dorong.stakeholder.lakukan.pemasangan.plts.atap.secara.masif.pemerintah.tawarkan.insentif
[6] P. B. Clark and J. Q. Wilson, "Incentive Systems: A Theory of Organizations," *Administrative Science Quarterly*, vol. 6, no. 2, p. 129, Sep. 1961, doi: 10.2307/2390752.
[7] J.-J. Laffont and D. Martimort, "THE THEORY OF INCENTIVES I : THE PRINCIPAL-AGENT MODEL," *Princeton University Press*, 2009, [Online]. Available: https://muse.jhu.edu/pub/267/monograph/book/62380
[8] U. Gneezy, S. Meier, and P. Rey-Biel, "When and Why Incentives (Don't) Work to Modify Behavior," *Journal of Economic Perspectives*, vol. 25, no. 4, pp. 191–210, Nov. 2011, doi: 10.1257/jep.25.4.191.
[9] M. O. Karaağaç, A. Ergün, O. Arslan, and M. Kayfeci, "Introduction to solar panels," in *Handbook of Thermal Management Systems*, Elsevier, 2023, pp. 541–556. doi: 10.1016/B978-0-443-19017-9.00011-8.
[10] K. U. Ariawan, "PENGISI DAYA BATERAI TELEPON SELULER PORTABEL BERBASIS PANEL SURYA," *j. pendidik. teknologi. kejuruan.*, vol. 17, no. 1, p. 23, Jan. 2020, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v17i1.22818.
[11] J. Jamaaluddin, *Buku Petunjuk Pengoperasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*, 1st ed. UMSIDA Press, 2021. [Online]. Available: https://press.umsida.ac.id/index.php/umsidapress/article/view/978-623-6292-10-5/989
[12] A. Pollock and E. Berge, "How to do a systematic review," *International Journal of Stroke*, vol. 13, no. 2, pp. 138–156, Feb. 2018, doi: 10.1177/1747493017743796.
[13] E. Caroline, *Metode Kuantitatif*. Surabaya: MediaSahabat Cendekia, 2019. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=Nt62DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA2&dq=metode+kuantitatif&ots=Dzex_UUxV9&sig=4NsmQD8QhMdo_l7y2So5kwZ4LKc&redir_esc=y#v=onepage&q=metode%20kuantitatif&f=false
[14] W. Wei and Z. Xin-gang, "Can the incentives polices promote the diffusion of distributed photovoltaic power in China?," *Environ Sci Pollut Res*, vol. 29, no. 20, pp. 30394–30409, Apr. 2022, doi: 10.1007/s11356-021-17753-3.
[15] Z. Xin-gang, W. Wei, and W. Ling, "A dynamic analysis of research and development incentive on China's photovoltaic industry based on system dynamics model," *Energy*, vol. 233, p. 121141, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.energy.2021.121141.
[16] S. Ahmad, R. M. Tahar, F. Muhammad-Sukki, A. B. Munir, and R. A. Rahim, "Role of feed-in tariff policy in promoting solar photovoltaic investments in Malaysia: A system dynamics approach," *Energy*, vol. 84, pp. 808–815, May 2015, doi: 10.1016/j.energy.2015.03.047.
[17] M. Castaneda, S. Zapata, J. Cherni, A. J. Aristizabal, and I. Dyner, "The long-term effects of cautious feed-in tariff reductions on photovoltaic generation in the UK residential sector," *Renewable Energy*, vol. 155, pp. 1432–1443, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.renene.2020.04.051.
[18] C. Granados, M. Castañeda, S. Zapata, F. Mesa, and A. J. Aristizábal, "Feasibility analysis for the integration of solar photovoltaic technology to the Colombian residential sector through system dynamics modeling," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 2389–2400, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.01.154.
[19] K. Vogstad, "Combining System Dynamics and Experimental Economics to Analyse the Design of Tradable Green Certificates," in *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, Big Island, HI, USA: IEEE, 2005, pp. 58a–58a. doi: 10.1109/HICSS.2005.152.
[20] Y. Liu, X. Wu, J. Ten, S. Zou, and J. Zhou, "Research on green project certification in China based on LEED and GBES," *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, vol. 233, p. 052036, Feb. 2019, doi: 10.1088/1755-1315/233/5/052036.
[21] J. Zhao, E. Mazhari, N. Celik, and Y.-J. Son, "Hybrid agent-based simulation for policy evaluation of solar power generation systems," *Simulation Modelling Practice and Theory*, vol. 19, no. 10, pp. 2189–2205, Nov. 2011, doi: 10.1016/j.simpat.2011.07.005.

[22] M. I. Al Irsyad, A. Halog, and R. Nepal, "Estimating the impacts of financing support policies towards photovoltaic market in Indonesia: A social-energy-economy-environment model simulation," *Journal of Environmental Management*, vol. 230, pp. 464–473, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.jenvman.2018.09.069.
[23] N. Nurwidiana, B. M. Sopha, and A. Widyaparaga, "Simulating Socio-Technical Transitions of Photovoltaics Using Empirically Based Hybrid Simulation-Optimization Approach," *Sustainability*, vol. 14, no. 9, p. 5411, Apr. 2022, doi: 10.3390/su14095411.
[24] R. K. Yin, *Qualitative research from start to finish*, Second edition. in Research methods. New York London: The Guilford Press, 2016.
[25] C. Adachi, "The Adoption of Residential Solar Photovoltaic System in the Presence of a Financial Incentive - A Case Study of Consumer Experiences.pdf." UWSPACE, Nov. 05, 2009. Accessed: Jul. 28, 2023. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10012/4400
[26] R. Wand and F. Leuthold, "Feed-in tariffs for photovoltaics: Learning by doing in Germany?," *Applied Energy*, vol. 88, no. 12, pp. 4387–4399, Dec. 2011, doi: 10.1016/j.apenergy.2011.05.015.
[27] Y. Chang, Z. Fang, and Y. Li, "Renewable energy policies in promoting financing and investment among the East Asia Summit countries: Quantitative assessment and policy implications," *Energy Policy*, vol. 95, pp. 427–436, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.enpol.2016.02.017.
[28] G. Barbose, R. Wiser, and M. Bolinger, "Designing PV incentive programs to promote performance: A review of current practice in the US," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 12, no. 4, pp. 960–998, May 2008, doi: 10.1016/j.rser.2007.01.002.
[29] J. M. Cansino, M. D. P. Pablo-Romero, R. Román, and R. Yñiguez, "Tax incentives to promote green electricity: An overview of EU-27 countries," *Energy Policy*, vol. 38, no. 10, pp. 6000–6008, Oct. 2010, doi: 10.1016/j.enpol.2010.05.055.
[30] J. Adamczyk and M. Graczyk, "Green certificates as an instrument to support renewable energy in Poland—strengths and weaknesses," *Environ Sci Pollut Res*, vol. 27, no. 6, pp. 6577–6588, Feb. 2020, doi: 10.1007/s11356-019-07452-5.
[31] C. Chen, Y. Zhu, X. Zeng, G. Huang, and Y. Li, "Analyzing the carbon mitigation potential of tradable green certificates based on a TGC-FFSRO model: A case study in the Beijing-Tianjin-Hebei region, China," *Science of The Total Environment*, vol. 630, pp. 469–486, Jul. 2018, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.103.
[32] A. Ciarreta, M. P. Espinosa, and C. Pizarro-Irizar, "Switching from Feed-in Tariffs to a Tradable Green Certificate Market," in *The Interrelationship Between Financial and Energy Markets*, vol. 54, S. Ramos and H. Veiga, Eds., in Lecture Notes in Energy, vol. 54. , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014, pp. 261–280. doi: 10.1007/978-3-642-55382-0_11.