

HASIL PENELITIAN

PENGARUH INFRASTRUKTUR RISET DAN KOLABORASI RISET TERHADAP PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) DI DESA PEMATANG JOHAR KECAMATAN LABUHAN DELI KABUPATEN DELI SERDANG

(THE INFLUENCE OF RESEARCH INFRASTRUCTURE AND RESEARCH COLLABORATION ON THE DEVELOPMENT OF SOLAR POWER PLANT IN PEMATANG JOHAR VILLAGE LABUHAN DELI DISTRICT DELI SERDANG DISTRICT)

Mahdalenawaty Siregar, Muhammad Taufiq, Evawany Yunita Aritonang, Charloq

Universitas Sumatera Utara
Jl. Dr. T. Mansur No.9, Padang Bulan, Kota Medan, 20222
Sumatera Utara - Indonesia
Email: siregarmahdalenawaty@gmail.com

Diterima: 28 Mei 2024; Direvisi: 25 September 2024; Disetujui: 03 Oktober 2024

ABSTRAK

Implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada perencanaan wilayah pedesaan menjadi fokus dalam memenuhi ketahanan energi terbarukan di tingkat desa. Penyelenggarannya membutuhkan perhatian dalam pemenuhan berbagai aspek, salah satunya peningkatan infrastruktur riset dan kolaborasi riset. Namun, tidak banyak yang melihat bagaimana pengaruh dari beberapa variabel tersebut. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh infrastruktur riset dan kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS di Desa Pematang Johar, Kecamatan Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan jenis eksplanasi asosiatif. Pengumpulan data melalui metode survei kepada responden pemangku kepentingan yang terlibat dalam pengembangan PLTS, institusi terkait, pengelola proyek, dan masyarakat desa. Studi ini melibatkan variabel-variabel yang saling mempengaruhi baik secara dependen seperti infrastruktur riset dan kolaborasi riset, serta independen yakni pengembangan PLTS. Populasi dalam penelitian ini merupakan masyarakat dan institusi terkait di Lingkungan Desa Pematang Johar. Sampel survey didasarkan pada 120 (seratus dua puluh) orang peserta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara parsial terdapat pengaruh infrastruktur riset terhadap pengembangan PLTS sebesar 33,7%, dan terdapat pengaruh kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS sebesar 57%, serta secara simultan terdapat pengaruh infrastruktur riset dan kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS sebesar 66%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa upaya pengembangan PLTS yang didampingi oleh peningkatan infrastruktur riset dan kolaborasi riset mendatangkan tingkat keberhasilan yang lebih baik. Namun, belum berdampak cukup besar dalam mempengaruhi penyelenggaraannya secara keseluruhan.

Kata kunci: infrastruktur riset, kolaborasi riset, pengembangan PLTS, Pematang Johar

ABSTRACT

Implementation Solar Power Plant (PLTS) in rural area planning is a focus in meeting renewable energy resilience at the village level. Its implementation requires attention in fulfilling various aspects, one of which is improving research infrastructure and research collaboration. However, not many see how these variables affect. This study aims to analyzing the influence of research infrastructure and research collaboration on the development of PLTS in Pematang Johar Village, Labuhan Deli District, Deli Serdang Regency, North Sumatra Province. This study uses a quantitative research design with an associative explanation type. Data collection through survey methods to stakeholder respondents involved in the development of PLTS, related institutions, project managers, and village communities. This study involves variables that influence each other both dependently such as research infrastructure and research collaboration, and independently, namely

the development of PLTS. The population in this study is the community and related institutions in the Pematang Johar Village Environment. The survey sample is based on 120 (one hundred and twenty) participants. The results of the study showed that Partially, there is an influence of research infrastructure on the development of PLTS of 33.7%, and there is an influence of research collaboration on the development of PLTS of 57%, and simultaneously there is an influence of research infrastructure and research collaboration on the development of PLTS of 66%. The results of the study show that efforts to develop PLTS accompanied by improving research infrastructure and research collaboration have resulted in a better level of success. However, it has not had a big enough impact in influencing its implementation as a whole.

Keywords: *research infrastructure, research collaboration, PLTS development, Pematang Johar*

PENDAHULUAN

Sebagai negara yang memiliki wilayah luas dan jumlah penduduk yang besar, penyediaan akses energi bagi masyarakat khususnya di wilayah perdesaan dan terpencil menjadi tantangan tersendiri bagi pemerintah dalam upaya menciptakan pembangunan yang merata. Rasio elektrifikasi merupakan indikator yang digunakan pemerintah untuk mengukur jangkauan penyediaan energi di Indonesia, yang didefinisikan sebagai jumlah rumah yang tersambung dengan listrik tanpa melihat kualitas penyediaan listrik yang diterima (Seri Diskusi Pajak Energi, 2019). Desa Pematang Johar sebagai desa yang mendukung dalam menggali dan mengembangkan potensi desa, membutuhkan langkah konkret untuk mengembangkan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai bagian dalam pemanfaatan teknologi energi baru terbarukan.

Desa Pematang Johar merupakan salah satu dari 5 (lima) desa yang ada di Kecamatan Labuhan Deli Kabupaten Deli Serdang yang memiliki luas wilayah sebesar 2.217,84 Ha, sebagian besar lahan digunakan untuk pertanian padi sawah, perkebunan, pemukiman, tambak, perkantoran, dan fasilitas lainnya. Energi surya merupakan sumber energi yang tidak akan pernah habis dan hampir tidak berdampak negatif pada lingkungan, termasuk di setiap desa. Penelitian ini merujuk pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Liestyowati, dkk (2022) yang menyatakan bahwa infrastruktur penelitian dan kolaborasi berdampak pada pengembangan pembangkit listrik tenaga surya desa yang dilakukan pada PLTS 100 Wp dengan inverter 1000W.

Penelitian lainnya adalah Siagian dan Rahmani (2022) yang membahas adanya dampak dari Infrastruktur dan Kolaborasi pada pengembangan pembangkit listrik tenaga surya desa yang juga difokuskan pada Desa Pematang Johar. Kebaruan dari penelitian ini mengungkapkan bahwa keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan dan pembangunan PLTS memiliki peran yang sangat krusial. Novelitas temuan ini terletak pada penekanan aspek dimensi sosial dari

pengembangan PLTS, yang seringkali kurang diperhatikan dalam penelitian sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa infrastruktur riset yang memadai di tingkat lokal sangat penting untuk mendukung pengembangan PLTS yang berkelanjutan.

Infrastruktur riset yang mendukung pengembangan PLTS sangat penting untuk mempercepat pengembangan teknologi PLTS dan meningkatkan efisiensi dan efektivitasnya. Dengan infrastruktur riset yang memadai, pengembangan teknologi PLTS dapat berjalan lebih cepat dan efektif sehingga dapat mempercepat terwujudnya masa depan energi yang bersih dan berkelanjutan. Seperti sebelumnya pernah diteliti pada penelitian Indrawan, dkk, (2022) yang menyatakan bahwa Infrastruktur penelitian dan kolaborasi berdampak pada pengembangan PLTS di Pematang Johar. Namun pada penelitian Indrawan perangkat yang digunakan adalah perangkat lunak Helioscope yang digunakan untuk mensimulasikan desain pembangkit listrik tenaga surya. Penelitian lainnya yang sejalan oleh Suprianto (2022), yang menyatakan bahwa Infrastruktur penelitian dan kolaborasi berdampak pada pengembangan PLTS di Pematang Johar, dengan studi kasus yang sama yaitu Kecamatan Labuhan Deli, Deli Serdang.

Kolaborasi riset dapat terjadi dalam berbagai bentuk, seperti pertukaran peneliti, penggunaan sumber daya bersama, proyek riset bersama, dan publikasi bersama. Kolaborasi riset juga dapat melibatkan industri dan pemerintah, sehingga dapat membantu mentransfer hasil riset ke dalam produk dan layanan yang dapat digunakan oleh masyarakat. Kolaborasi riset yang melibatkan berbagai pihak dapat mempercepat pengembangan teknologi PLTS dan meningkatkan kualitas produk PLTS. Pengembangan PLTS adalah proses pengembangan dan penerapan teknologi untuk menghasilkan listrik dari energi matahari.

PLTS adalah salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang tidak terbarukan. Pengembangan PLTS meliputi berbagai tahapan, termasuk perencanaan,

perancangan, instalasi, dan operasionalisasi PLTS. Namun pada prakteknya dibutuhkan kegiatan pemeliharaan yang akan membantu mengurangi masalah di PLTS (Pawenary dan Arditiyan, 2023).

Penelitian tentang pengaruh infrastruktur riset dan kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS pada konteks pedesaan menjadi sangat penting untuk meningkatkan keberhasilan pengembangan PLTS di pedesaan dan mendorong pertumbuhan ekonomi di daerah pedesaan. Peran Pembangunan PLTS memiliki kepentingan bagi pembangunan di tingkat desa. Beberapa diantaranya adalah Menyediakan Akses Listrik yang Terjangkau, Memperkuat Kemandirian Energi, Menurunkan Biaya Energi, Mengurangi Emisi Karbon. Dalam keseluruhan, PLTS merupakan solusi energi yang sangat penting bagi pembangunan di tingkat desa.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan analisis regresi berganda. Jumlah responden dalam penelitian adalah 120 orang, yang terdiri dari masyarakat Desa Pematang Johar dan perwakilan dari berbagai instansi terkait, yaitu Pemerintah Desa Pematang Johar, Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral setempat, lembaga penelitian atau universitas yang fokus pada energi terbarukan, Penelitian ini menggunakan analisis regresi

berganda untuk menguji pengaruh variabel independen (Infrastruktur Riset X_1 dan Kolaborasi Riset X_2) terhadap variabel dependen (Pengembangan PLTS Y).

Analisis regresi berganda ini memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi kontribusi relatif dari masing-masing variabel independen terhadap pengembangan PLTS, serta menilai pengaruh kombinasi kedua variabel tersebut. Teknik pengumpulan data melalui kuesioner yang disebar, sedangkan Analisis data melalui proses pengujian instrument (uji validitas dan uji reliabilitas) serta uji persyaratan analisis (uji normalitas, uji linieritas, uji heterokedastisitas dan uji multiokolienaritas) untuk kemudian dilakukan penghitungan data menggunakan spss 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Validitas Variabel Infrastruktur Riset (X_1). Berdasarkan Output pada Tabel 1. Diketahui bahwa data variabel X_1 memiliki 27 (dua puluh tujuh) pertanyaan yang valid hasil perbandingan dari nilai t_{tabel} dengan $N=30$ pada signifikansi 5% sebesar 0,361, sedangkan ada 3 (tiga) pertanyaan yang tidak valid. Dengan demikian, diketahui bahwa tidak semua nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai r_{tabel} , yang artinya 27 item angket variabel Infrastruktur Riset (X_1) tersebut dinyatakan valid dan bisa dijadikan sebagai alat pengumpul data dalam penelitian yang dilakukan.

Tabel 1. Uji Validitas Variabel Infrastruktur Riset

Item	r_{xy}	r_{tabel}	Keterangan
Laboratorium dan Fasilitas Riset	0,379	0,361	Valid
Keberadaan Lab dan Fasilitas Riset	0,280	0,361	Tidak Valid
Kelengkapan Lab dan Fas. Riset	0,644	0,361	Valid
Peralatan Riset Berkualitas	0,726	0,361	Valid
Kolaborasi antaran stakeholder	0,569	0,361	Valid
Ketersediaan Lab dan Fas Riset	0,675	0,361	Valid
Jlh Peneliti dan Staf Riset	0,518	0,361	Valid
Kualitas Peneliti dan Staf Riset	0,630	0,361	Valid
Ketersediaan Peneliti dan Staf Riset	0,669	0,361	Valid
Investasi dalam pengemb. Riset	0,658	0,361	Valid
Kendala Kemajuan Penelitian	0,611	0,361	Valid
Penyediaan sumber daya	0,368	0,361	Valid
Jumlah publikasi ilmiah Riset	0,676	0,361	Valid
Aksesibilitas & keersediaan sumber daya	0,600	0,361	Valid
Keberhasilan Hak Paten Riset	0,278	0,361	Tidak Valid
Jumlah Hak Paten yang diperoleh	0,502	0,361	Valid
Kemajuan dan Keberhasilan Penelitian	0,662	0,361	Valid
Dukungan Sumber Daya	0,616	0,361	Valid
Akses yang Mudah ke Sumber Daya	0,629	0,361	Valid
Sumber Daya pada basis data	0,192	0,361	Tidak Valid
Ketersediaan material riset	0,734	0,361	Valid
Akses material riset	0,615	0,361	Valid
Dukungan Teknis Peralatan	0,525	0,361	Valid
Keterbatasan sumber daya	0,572	0,361	Valid
Dukungan Keuangan	0,715	0,361	Valid
Insentif Riset	0,592	0,361	Valid
Peningkatan Kualitas Riset	0,731	0,361	Valid
Akses mudah Peneliti	0,705	0,361	Valid
Dukungan Pemerintah	0,664	0,361	Valid
Peningkatan Anggaran	0,451	0,361	Valid

Variabel Kolaborasi Riset (X₂).

Berdasarkan output pada Tabel 2. diketahui bahwa data variabel X₂ memiliki 18 (delapan belas) pertanyaan yang valid hasil perbandingan dari nilai t_{tabel} dengan N = 30 pada signifikansi 5% sebesar 0,361. Dengan demikian, diketahui bahwa semua nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai r_{tabel}, yang artinya 18 item angket variabel Kolaborasi Riset (X₂) tersebut dinyatakan valid dan bisa dijadikan sebagai alat pengumpul data dalam penelitian yang dilakukan.

Variabel Pengembangan PLTS (Y).

Berdasarkan Output pada Tabel 3. diketahui bahwa data variabel Y memiliki 20 (dua puluh) pertanyaan yang valid hasil perbandingan dari nilai t_{tabel} dengan N = 30 pada signifikansi 5% sebesar 0,361, sedangkan ada 5 (lima) yang tidak valid. Dengan demikian, diketahui bahwa semua nilai r_{hitung} lebih besar dari nilai r_{tabel}, yang artinya 20 item angket variabel Pengembangan PLTS (Y) tersebut dinyatakan valid dan bisa dijadikan sebagai alat pengumpul data dalam penelitian yang dilakukan.

Tabel 2. Uji Validitas Variabel Kolaborasi Riset

No. Item	r _{xy}	r _{tabel}	Keterangan
Kolaborasi Peneliti dan Institusi Akademik	0,487	0,361	Valid
Kolaborasi Peneliti dan Sektor Industri	0,752	0,361	Valid
Kolaborasi Riset untuk Pengetahuan	0,684	0,361	Valid
Kolaborasi untuk Inovasi	0,690	0,361	Valid
Kolaborasi dengan lintas disiplin ilmu	0,747	0,361	Valid
Pengalaman Peneliti	0,689	0,361	Valid
Fasilitasi dalam bentuk proyek riset	0,814	0,361	Valid
Pengembangan sumber daya & keahlian	0,738	0,361	Valid
Kualitas Penelitian	0,579	0,361	Valid
Kesepakatan tentang Alokasi	0,749	0,361	Valid
Komunikasi dan Koordinasi	0,602	0,361	Valid
Peluang Membangun Jaringan	0,719	0,361	Valid
Sumber Dana	0,699	0,361	Valid
Kontribusi Pendanaan	0,569	0,361	Valid
Efisien dan Transparansi Dana	0,836	0,361	Valid
Manfaat bagi Masy. Dan Industri	0,650	0,361	Valid
Prioritas Proposal Kolaborasi Riset	0,667	0,361	Valid
Dukungan Keuangan	0,805	0,361	Valid

Tabel 3. Uji Validitas Variabel Pengembangan PLTS

No. Item	r _{xy}	r _{tabel}	Keterangan
Diversifikasi Sumber Energi	0,736	0,361	Valid
Mengurangi Emisi	0,645	0,361	Valid
Manfaat Jangka Panjang	0,857	0,361	Valid
Insentif dan Fasilitas	0,742	0,361	Valid
Peluang Ekonomi Baru	0,570	0,361	Valid
Kontribusi Positif	0,828	0,361	Valid
Penggunaan Dana	0,843	0,361	Valid
Peningkatan Kapasitas Energi Terbarukan	0,788	0,361	Valid
Hasil Signifikan	0,745	0,361	Valid
Pemanfaatan Sumber Daya	0,797	0,361	Valid
Partisipasi Publik	0,663	0,361	Valid
Tujuan Pembangunan Berkelanjutan	0,760	0,361	Valid
Penyebaran Energi Terbarukan	0,690	0,361	Valid
Sumber Energi	0,870	0,361	Valid
Potensi Besar	0,501	0,361	Valid
Ketergantungan sumber energy Fosil	0,402	0,361	Valid
Penghematan Biaya	0,444	0,361	Valid
Pertumbuhan Ekonomi	0,418	0,361	Valid
Kebutuhan Listrik	0,451	0,361	Valid
Kekurangan Daya	0,158	0,361	Tidak Valid
Analisis dan Perencanaan	0,123	0,361	Tidak Valid
Keberlanjutan Pasokan Listrik	0,048	0,361	Tidak Valid
Pertumbuhan Populasi	0,322	0,361	Tidak Valid
Kebutuhan Energi	0,236	0,361	Tidak Valid
Sumberdaya	0,570	0,361	Valid

Uji Reliabilitas. Uji Reliabilitas Variabel Infrastruktur Riset (X₁). Hasil uji reliabilitas untuk Variabel Infrastruktur Riset (X₁) berdasarkan Statistik uji *Cronbach Alpha* dapat dilihat pada Tabel 4. yang menunjukkan bahwa X₁ memberikan nilai *Cronbach Alpha* 0,746 > 0,6 dan menurut kriteria Nunnally (1967) dapat dikatakan reliabel. Dengan demikian, rangkaian kuesioner yang dipergunakan pada Variabel Infrastruktur Riset adalah reliabel.

Tabel 4. Uji Reliabilitas Infrastruktur Riset

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.746	31

Uji Reliabilitas Variabel Kolaborasi Riset (X₂). Hasil uji reliabilitas untuk Variabel Kolaborasi Riset (X₂) berdasarkan Statistik uji *Cronbach Alpha* dapat dilihat pada Tabel 5. yang menunjukkan bahwa X₂ memberikan nilai *Cronbach Alpha* 0,760 > 0,6 dan menurut kriteria Nunnally (1967) dapat dikatakan reliabel. Dengan demikian, rangkaian kuesioner yang dipergunakan pada Variabel Kolaborasi Riset adalah reliabel.

Tabel 5. Uji Reabilitas Kolaborasi Riset

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.760	19

Uji Reliabilitas Variabel Pengembangan PLTS (Y). Hasil uji reliabilitas untuk Variabel Pengembangan PLTS (Y) berdasarkan Statistik uji *Cronbach Alpha* dapat dilihat pada Tabel 6. yang menunjukkan bahwa Z memberikan nilai *Cronbach Alpha* 0,759 > 0,6 dan menurut kriteria

Nunnally (1967) dapat dikatakan reliabel. Dengan demikian, rangkaian kuesioner yang dipergunakan pada Variabel Pengembangan PLTS adalah reliabel.

Tabel 6. Uji Reabilitas Pengembangan PLTS

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.759	25

Hasil Penelitian Uji Persyaratan Analisis Normalitas. Uji normalitas ini dimaksudnya untuk melihat apakah data terdistribusi secara normal. Pengujian kenormalan distribusi ini dapat dilihat dengan uji satu sampel Kolmogorof-Smirnov karena data yang digunakan adalah data kuantitatif. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan harga hasil perhitungan signifikansinya atau nilai probabilitasnya dengan taraf signifikansi 0,05. Dengan ketentuan: a) Jika hasil perhitungan nilai signifikansi atau nilai probabilitas < 0,05 distribusi adalah tidak normal; dan, b) Jika hasil perhitungan nilai signifikansi atau nilai probabilitas > 0,05 distribusi adalah normal.

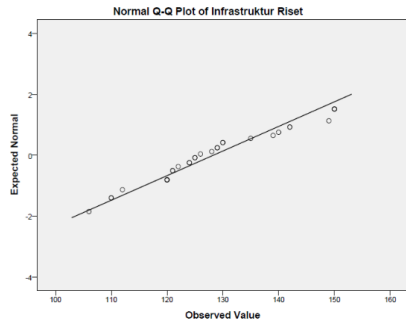
Tabel 7 menampilkan hasil perhitungan dengan bantuan software SPSS 20. Hasil perhitungan tersebut terangkum dalam tabel di atas, maka uji normalitas dapat diuraikan sebagai berikut. *Pertama*, Uji Normalitas Variabel Infrastruktur Riset (X₁). Besarnya nilai signifikansi hasil perhitungan untuk Variabel Infrastruktur Riset (X₁) adalah sebesar 0,796 dan angka ini lebih besar dari 0,05 maka data Variabel Infrastruktur Riset berdistribusi normal. Gambar 1 menggambarkan bahwa data di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis, yang berarti bahwa persyaratan normalitas bisa terpenuhi.

Tabel 7. Rangkuman Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test				
		Infrastruktur Riset	Kolaborasi Riset	Pengembangan PLTS
N		30	30	30
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	128,3000	75,3000	97,4333
	Std. Deviation	12,37113	8,13316	14,50965
	Most Extreme Differences	Absolute	,145	,181
	Positive	,145	,181	,076
	Negative	-,118	-,165	-,082
Kolmogorov-Smirnov Z		,796	,993	,449
Asymp. Sig. (2-tailed)		,550	,277	,988

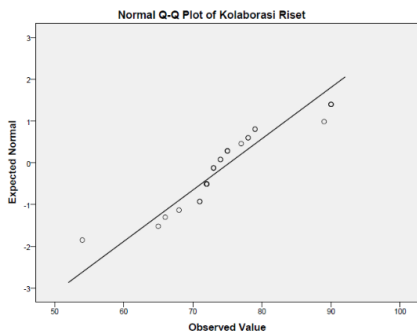
a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.



Gambar 1. Grafik Normal P-Plot Variabel Infrastruktur Riset

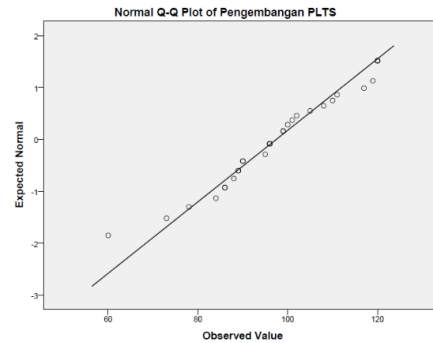
Kedua, Uji Normalitas Variabel Kolaborasi Riset (X_2). Besarnya nilai signifikansi hasil perhitungan untuk Variabel Kolaborasi Riset (X_2) adalah sebesar 0,993 dan angka ini lebih besar dari 0,05 maka data Variabel Kolaborasi Riset berdistribusi normal. Gambar 2 menunjukkan bahwa data di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis, yang berarti bahwa persyaratan normalitas bisa terpenuhi.



Gambar 2. Grafik Normal P-Plot Variabel Kolaborasi Riset

Ketiga, Uji Normalitas Pengembangan PLTS (Y). Besarnya nilai signifikansi hasil perhitungan untuk Variabel Pengembangan PLTS (Y) adalah sebesar 0,449 dan angka ini lebih besar dari 0,05 maka data Variabel Pengembangan PLTS berdistribusi normal. Gambar 3 menunjukkan bahwa data di sekitar

garis diagonal dan mengikuti arah garis, yang berarti bahwa persyaratan normalitas bisa terpenuhi.



Gambar 3. Grafik Normal P-Plot Variabel Pengembangan PLTS

Uji Linieritas. Uji Linieritas Variabel Pengembangan PLTS (Y) atas Variabel Infrastruktur Riset (X_1). Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis varian terhadap persamaan regresi Variabel Pengembangan PLTS (Y) atas Variabel Infrastruktur Riset (X_1) dapat dilihat pada Tabel 8. Pada Tabel 8, dapat dilihat uji *Deviation From Linearity* dengan nilai F sebesar 6,635 dan signifikansi sebesar 0,001. Dengan demikian, dari hasil perhitungan nilai signifikan $0,001 < 0,05$ hal ini berarti model regresi liniernya dapat diterima.

Uji Linieritas Variabel Pengembangan PLTS (Y) atas Variabel Kolaborasi Riset (X_2). Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis varian terhadap persamaan regresi Variabel Pengembangan PLTS (Y) atas Variabel Kolaborasi Riset (X_2) dapat dilihat pada Tabel 9. Dari tabel 9, dapat dilihat pada uji *Deviation From Linearity* dengan nilai F sebesar 0,247 dan signifikansi sebesar 0,991. Dengan demikian, dari hasil perhitungan nilai signifikan $0,919 > 0,05$ hal ini berarti model regresi liniernya tidak dapat diterima.

Tabel 8. ANOVA untuk Uji Linieritas Y atas X_1

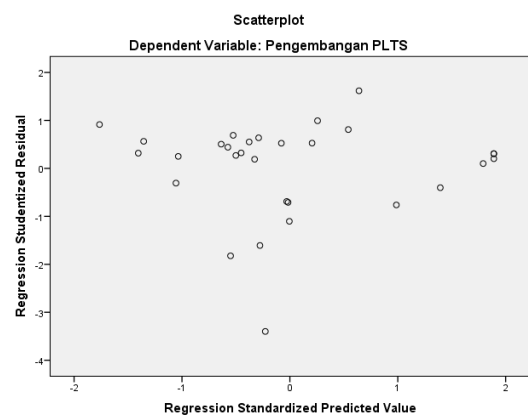
ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pengembangan PLTS * Infrastruktur Riset	Between Groups	(Combined)	5787,700	17	340,453	12,861	,000
		Linearity	2977,255	1	2977,255	112,467	,000
		Deviation from Linearity	2810,445	16	175,653	6,635	,001
	Within Groups		317,667	12	26,472		
Total		6105,367	29				

Tabel 9. ANOVA untuk Uji Linieritas Y atas X₂

ANOVA Table			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Pengembangan PLTS * Kolaborasi Riset	Between Groups	(Combined)	2786,950	13	214,381	1,034	,468
		Linearity	2171,761	1	2171,761	10,471	,005
		Deviation from Linearity	615,189	12	51,266	,247	,991
	Within Groups	3318,417	16	207,401			
Total			6105,367	29			

Uji Heterokedastisitas. Uji heterokedastisitas dalam penelitian ini menggunakan Uji Glejser yang dilakukan dengan cara meregresikan antara variabel independen dengan nilai absolut residualnya (ABS_RES). Jika nilai signifikansi antara variabel independen dengan absolut residual lebih dari 0,05 maka tidak terjadi masalah heterokedastisitas. Dari output pada Tabel 10 diketahui bahwa nilai signifikansi ketiga variabel yaitu variabel Infrastruktur Riset, Kolaborasi Riset dan Pengembangan PLTS tidak terjadi masalah heterokedastisitas pada model regresi karena ketiga variabel independen bernilai lebih dari 0,05, sedangkan pola titik-titik pada *scatterplots* regresi disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan output pada Gambar 4. dapat diketahui bahwa titik-titik tidak membentuk pola yang jelas, dan

titik-titik menyebar di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y.



Gambar 4. Scatterplot

Tabel 10. Uji Heterokedastisitas

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	17,607	13,860		1,270	,215
	Infrastruktur Riset	,070	,144	,126	,483	,633
	Kolaborasi Riset	-,255	,219	-,302	-1,163	,255

a. Dependent Variable: Abs_RES

Tabel 11. Uji Multikolinearitas

Coefficients ^a								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-14,091	21,080		-,668	,509		
	X1	,644	,219	,549	2,937	,007	,518	1,930
	X2	,385	,333	,216	1,154	,259	,518	1,930

a. Dependent Variable: Y

Uji Multikolinearitas. Berdasarkan Tabel 11 dapat dijelaskan bahwa nilai VIF $X_1 = 1,930 < 10$ dengan perolehan nilai *tolerance* sebesar $0,510 > 0,10$, Nilai perolehan VIF $X_2 = 1,930 < 10$ dengan nilai *tolerance* nya sebesar $0,518 > 0,10$. Dari uraian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi korelasi antar independen variabel (variabel bebas), hal ini berarti model regresi yang dibuat pada penelitian ini tidak terjadi multikolinieritas (Tabel 12).

Tabel 12. Korelasi Antar Variabel
Coefficient Correlations^a

Model		X2	X1
1	Correlations	X2	1.000
		X1	-.694
	Covariances	X2	.111
		X1	-.051

a. Dependent Variable: Y

Setelah dilakukan uji persyaratan terhadap hasil penelitian di atas dan telah memenuhi persyaratan, maka akan dilanjutkan dengan pengujian hipotesis. Analisis dalam pengujian hipotesis dibagi menjadi 2 (dua) tahap yaitu penentuan dan pengujian koefisien dan pengujian hipotesis penelitian.

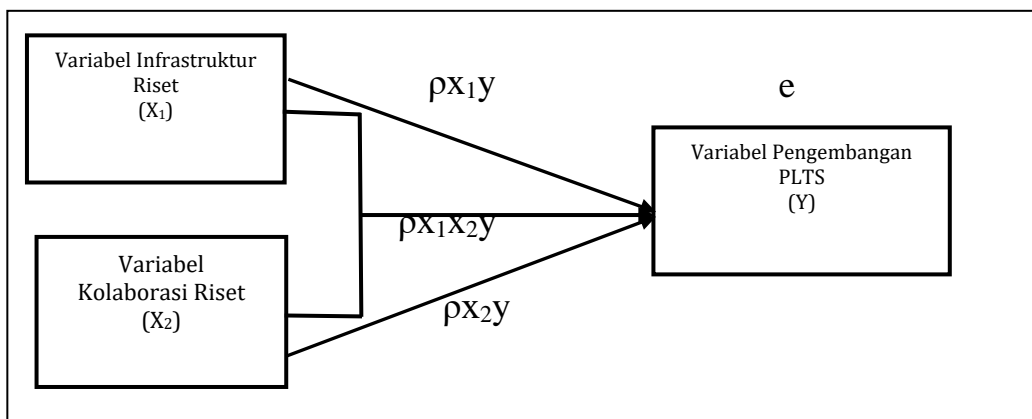
Pengujian Hipotesis. Model struktural dalam melihat pengaruh variabel produktivitas kerja terhadap variabel peningkatan kinerja

melalui variabel pelayanan publik dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan hasil perhitungan berdasarkan data yang diperoleh dengan menggunakan software SPSS 20, didapat seluruh koefisien masing-masing variabel bertanda positif dan signifikan dengan alpha lebih lebih 0,05. Dari Tabel 13, dapat dilihat koefisien dan signifikansi untuk setiap variabel. Variabel X_1 (Infrastruktur Riset) $B=0.813, t=5.111, Sig.=0.000$, Variabel X_2 (Kolaborasi Riset): $B=0.779, t=8.643, Sig.=0.000$.

Kedua variabel menunjukkan pengaruh yang signifikan dalam model ($Sig. < 0.05$). Model struktural disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6, persamaan regresi untuk model adalah:

$$Y = 17.040 + 0.337X_1 + 0.570X_2 + 0.340e. \dots\dots(1)$$

Dimana: Y =Pengembangan PLTS; X_1 =Infrastruktur Riset; dan, X_2 =Kolaborasi Riset. Perbedaan pengaruh dari persamaan regresi, dapat dilihat bahwa Infrastruktur Riset (X_1) memiliki koefisien 0,33, sedangkan Kolaborasi Riset (X_2) memiliki koefisien 0,570. Hal ini menunjukkan bahwa Kolaborasi Riset memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap Pengembangan PLTS dibandingkan dengan Infrastruktur Riset.

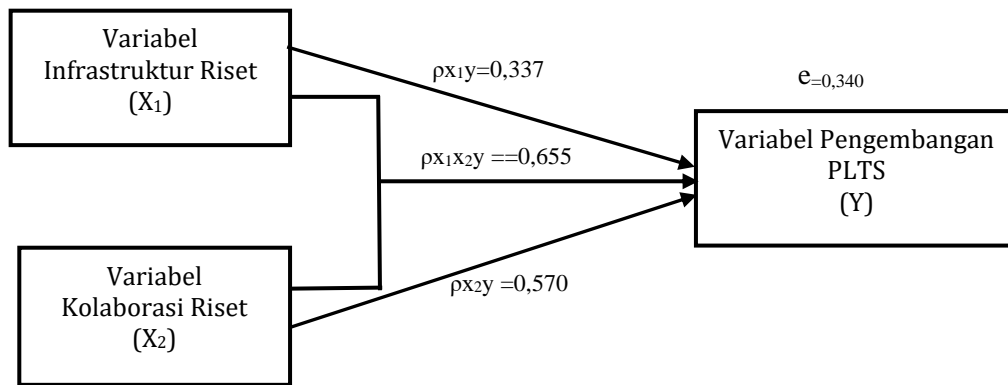


Gambar 5. Model Struktural

Tabel 13. Coefficients X_1 dan X_2 terhadap Y

Model	Coefficients ^a					
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-17.040	6.680		-2.551	.012
	X1	.313	.061	.337	5.111	.000
	X2	.779	.090	.570	8.643	.000

a. Dependent Variable: Y



Gambar 6. Model Struktural Hasil Perhitungan

Tabel 14. Model Summary

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.813 ^a	.660	.655	5.790590

a. Predictors: (Constant), X2, X1
b. Dependent Variable: Y

Berdasarkan Tabel 14, koefisien determinasinya diperoleh $R^2=0,655$. Hal ini berarti bahwa variasi perubahan Infrastruktur Riset (X_1) dan Kolaborasi Riset (X_2) dapat menjelaskan 0,660 variasi perubahan dalam Pengembangan PLTS (Y). Sementara itu, pengaruh dari variabel lain terhadap variabel Pengembangan PLTS (Y) adalah $\rho_{y\epsilon}=\sqrt{1-0,655}=0,345$. Hasil ini menunjukkan terdapat variabel lain yang berpengaruh terhadap Pengembangan PLTS sebesar 0,340.

Hasil perhitungan koefisien dengan SPSS 20 dijadikan dasar untuk menguji hipotesis yang dibuat sebelumnya dan untuk mengukur pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen dalam model struktural yang dibuat untuk penelitian ini. Pengujian hipotesis ini harus memenuhi ketentuan jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka koefisien signifikan dan sebaliknya jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka koefisien tidak signifikan. Hasil uji hipotesis yang diajukan dapat dijelaskan sebagai berikut.

Hasil Uji Hipotesis 1. Terdapat pengaruh Variabel Infrastruktur Riset (X_1) terhadap Pengembangan PLTS (Y) hipotesis yang diuji. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh koefisien Infrastruktur Riset (X_1) terhadap Pengembangan PLTS (Y) atau ρ_{x1} sebesar 0,337 dengan $t_{hitung} = 5.111$ dan sig. 0,000. Karena nilai

t_{hitung} sebesar $5.111 > t_{tabel} (1.658)$, maka koefisien adalah signifikan. Dengan demikian, terbukti adanya Pengaruh Infrastruktur Riset (X_1) terhadap Pengembangan PLTS (Y).

Hasil Uji Hipotesis 2. Terdapat pengaruh Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y) hipotesis yang diuji. Dari hasil perhitungan diperoleh koefisien Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y) atau ρ_{x2} sebesar 0,570 dengan $t_{hitung} = 8.643$ dan sig. 0,000. Karena nilai t_{hitung} sebesar $8.643 > t_{tabel} (1.658)$, maka koefisien adalah signifikan. Dengan demikian, terbukti adanya Pengaruh Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y). **Hasil Uji Hipotesis 3.** Terdapat pengaruh Infrastruktur Riset (X_1) dan Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y), yang dapat dilihat dari hasil perhitungan Anova.

Adapun hasil perhitungan uji regresi disajikan pada Tabel 15. Hasil perhitungan ANOVA diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 113.719 lebih besar dari $F_{tabel} 2,68$ dengan nilai probabilitas (sig.) = 0,000. Karena nilai probabilitas $0,000 < 0,05$ berarti Infrastruktur Riset (X_1) dan Kolaborasi Riset (X_2) berpengaruh terhadap Pengembangan PLTS (Y) dengan hasil yang signifikan.

Tabel 15. ANOVA

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7626.206	2	3813.103	113.719	.000 ^b
	Residual	3923.119	117	33.531		
	Total	11549.325	119			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X2, X1

Pengaruh Infrastruktur Riset Terhadap Pengembangan PLTS. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa pengaruh Infrastruktur Riset (X_1) terhadap Pengembangan PLTS (Y) mencapai 0,337 atau 33,7% dengan t_{hitung} sebesar 5.111 artinya secara nyata digambarkan bahwa peran *Infrastruktur Riset* terhadap pengembangan PLTS sangat mempengaruhi sebanyak 33,7% dengan pengaruh yang signifikan. Infrastruktur riset memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Infrastruktur riset menyediakan fasilitas dan sumber daya yang diperlukan untuk melakukan penelitian dan pengembangan teknologi terkait PLTS, termasuk laboratorium, peralatan khusus, dan akses ke data serta informasi terbaru dalam bidang energi surya. Infrastruktur riset memungkinkan pengujian prototipe PLTS secara detail dan akurat. Hal ini penting untuk memverifikasi kinerja, keandalan, dan efisiensi sistem sebelum diterapkan dalam skala besar. Dengan adanya akses terhadap fasilitas riset yang canggih, para peneliti dapat terus mengembangkan inovasi baru untuk meningkatkan efisiensi PLTS. Contohnya, penggunaan bahan baru, desain panel surya yang lebih efisien, atau pengembangan sistem penyimpanan energi yang lebih baik.

Infrastruktur riset mendukung pelatihan dan pendidikan bagi para ahli dan profesional yang terlibat dalam industri energi surya. Mereka dapat memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengembangkan, mengoperasikan, dan memelihara PLTS dengan baik. Melalui infrastruktur riset, hasil-hasil yang diperoleh dari pengembangan PLTS dapat divalidasi secara independen. Selain itu, standar kinerja dan keamanan juga dapat diuji dan disempurnakan melalui proses riset yang berkelanjutan.

Infrastruktur riset membantu dalam pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk PLTS. Ini termasuk analisis ekonomi, strategi pemasaran, dan integrasi dengan infrastruktur energi lainnya seperti jaringan listrik. Dengan demikian, infrastruktur riset memiliki peran yang krusial dalam memajukan pengembangan PLTS, memungkinkan industri ini untuk terus berkembang dan memberikan kontribusi yang signifikan dalam mencapai tujuan energi terbarukan secara global.

Hasil penelitian berdasarkan analisis penulis tentang pengaruh infrastruktur riset terhadap pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) mencakup berbagai aspek yang penting dalam memahami dampak

infrastruktur riset terhadap kemajuan teknologi dan industri PLTS. Beberapa hal yang sangat penting mengenai Infrastruktur Riset adalah sebagai berikut.

Pertama, *Peningkatan Efisiensi Teknologi PLTS.* Penelitian yang dilakukan melalui infrastruktur riset dapat membantu meningkatkan efisiensi teknologi PLTS. Misalnya, pengembangan material baru untuk panel surya yang lebih efisien dalam menyerap energi matahari atau pengoptimalan desain konversi energi dari panel surya ke listrik yang lebih efisien. Kedua, *Inovasi dalam Sistem Penyimpanan Energi.* Penelitian di bidang infrastruktur riset juga dapat fokus pada pengembangan sistem penyimpanan energi yang lebih baik. Hal ini termasuk penggunaan baterai yang lebih efisien, teknologi penyimpanan termal, atau konsep-konsep inovatif seperti penyimpanan energi dalam bentuk hydrogen.

Ketiga, *Analisis Keandalan dan Daya Tahan.* Infrastruktur riset memungkinkan penelitian yang mendalam terkait dengan keandalan dan daya tahan sistem PLTS untuk memastikan bahwa PLTS dapat beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi cuaca dan lingkungan yang berbeda. Keempat, *Pengembangan Model Bisnis yang Berkelanjutan.* Hasil penelitian tentang Infrastruktur Riset dapat mencakup analisis ekonomi dan pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk PLTS. Hal ini mencakup estimasi biaya operasional, analisis kelayakan finansial, dan strategi pemasaran untuk meningkatkan adopsi teknologi PLTS di pasar. Keenam, *Pembentukan Kebijakan dan Regulasi.* Penelitian yang dilakukan melalui infrastruktur riset dapat memberikan kontribusi dalam pembentukan kebijakan dan regulasi terkait energi surya, termasuk analisis dampak lingkungan, keamanan, dan keberlanjutan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan pemerintah.

Penelitian tentang Infrastruktur Riset memiliki peran penting dalam mengarahkan pengembangan dan penerapan teknologi PLTS secara lebih efektif dan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan infrastruktur riset dengan baik, industri PLTS dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi yang signifikan dalam transisi menuju energi terbarukan secara global. Infrastruktur riset menyediakan lingkungan yang ideal untuk pengembangan teknologi baru dalam industri PLTS, mencakup pengujian material baru untuk panel surya, perangkat konversi energi yang lebih efisien, dan sistem penyimpanan energi yang inovatif. Dengan akses ke fasilitas riset yang canggih, para ilmuwan dan insinyur dapat mengembangkan solusi yang

lebih baik untuk meningkatkan kinerja dan daya tahan PLTS.

Secara keseluruhan, infrastruktur riset memberikan fondasi yang kuat bagi pengembangan PLTS dengan meningkatkan inovasi teknologi, memastikan kualitas dan keandalan, serta mendukung pertumbuhan industri secara keseluruhan. Kita dapat mempercepat adopsi energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional yang berdampak negatif terhadap lingkungan dengan terus menginvestasikan dalam infrastruktur riset yang canggih.

Pernyataan di atas, didukung dengan adanya penelitian Hantoro dkk. (2019) tentang desain dan implementasi sistem monitoring real-time untuk pembangkit listrik tenaga surya di Surabaya, Indonesia. Penelitian ini menunjukkan bagaimana infrastruktur riset modern memungkinkan pengembangan sistem monitoring canggih yang meningkatkan efisiensi operasional PLTS. Penelitian lainnya oleh Indrawan dkk. (2022) tentang desain atap surya menggunakan Helioscope di Pembangkit Listrik Tenaga Batu Bara Pelabuhan Ratu. Penelitian ini menggambarkan penggunaan alat simulasi canggih dalam merancang sistem PLTS, menunjukkan pentingnya infrastruktur riset digital dalam optimalisasi desain.

Penelitian Pawenary dan Elyas (2023) mengenai analisis sistem kerja dan pemeliharaan pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 10,8 kWp di Graha YPK PLN, memberikan penjelasan tentang pentingnya infrastruktur riset dalam mengoptimalkan kinerja dan pemeliharaan sistem PLTS skala besar. Dutt dan Nikam (2014) dalam studi *scientometrics* mereka tentang pola kolaborasi dalam penelitian sel surya di India, menunjukkan bagaimana infrastruktur riset dan kolaborasi antar lembaga berkontribusi pada kemajuan teknologi sel surya.

Dani dan Erivianto (2022) dalam studi mereka tentang sistem PLTS off-grid skala rumah tangga di daerah Bagan Deli menggunakan PVSystem, mendemonstrasikan penggunaan perangkat lunak canggih dalam merancang dan mengoptimalkan sistem PLTS kecil. Referensi-referensi ini menunjukkan bagaimana infrastruktur riset modern, termasuk perangkat lunak simulasi, sistem monitoring canggih, dan fasilitas pengujian, berkontribusi pada pengembangan dan optimalisasi teknologi PLTS.

Meskipun penelitian-penelitian ini tidak spesifik untuk Desa Pematang Johar, mereka memberikan bukti yang kuat tentang pentingnya infrastruktur riset dalam pengembangan PLTS

di berbagai skala dan konteks, yang dapat diaplikasikan dalam pengembangan PLTS di desa tersebut. Walaupun pada kenyataannya masyarakat pedesaan dengan akar budaya yang kuat membutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk membiasakan pola kehidupan baru, terutama dengan hadirnya sistem energi baru, pendekatan finansial baru, pemahaman lebih utuh tentang kerusakan lingkungan, dan bagaimana memperjuangkannya dengan elegan tanpa merendahkan diri sendiri maupun orang lain (Wardhana dan Ma'rifatullah, 2019).

Pengaruh Kolaborasi Riset Terhadap Pengembangan PLTS. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa pengaruh Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y) mencapai 0,570 atau 57% dengan t_{hitung} sebesar 8.643 artinya secara nyata digambarkan bahwa peran *infrastruktur riset* terhadap pengembangan PLTS sangat mempengaruhi sebanyak 57% dengan pengaruh yang signifikan. Kolaborasi riset memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pengembangan PLTS.

Kolaborasi riset memungkinkan para ilmuwan, peneliti, dan insinyur dari berbagai institusi atau perusahaan untuk berbagi keahlian, pengalaman, dan pengetahuan mereka. Hal ini dapat menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam tentang berbagai aspek teknologi PLTS, termasuk material, desain sistem, efisiensi, dan integrasi dengan infrastruktur energi yang ada. Melalui kolaborasi riset, para peneliti dapat mendapatkan akses terhadap sumber daya dan infrastruktur yang mungkin tidak tersedia di institusi mereka sendiri, termasuk laboratorium khusus, peralatan pengujian yang canggih, dan data dari proyek-proyek riset sebelumnya yang dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan lebih lanjut.

Kolaborasi riset memungkinkan para ahli bekerja sama untuk mengembangkan teknologi PLTS yang lebih maju dan inovatif. Misalnya, kolaborasi antara universitas dan perusahaan teknologi dapat menghasilkan penemuan baru dalam penggunaan material, desain panel surya yang lebih efisien, atau sistem penyimpanan energi yang lebih canggih. Kolaborasi riset juga memungkinkan pengujian teknologi PLTS dalam skala yang lebih besar, mencakup pengujian prototipe di lapangan, pengujian kinerja dalam berbagai kondisi cuaca, dan pengujian integrasi dengan jaringan listrik yang lebih luas. Dengan demikian, keandalan dan efisiensi teknologi PLTS dapat diverifikasi dengan lebih baik.

Kolaborasi riset juga dapat mencakup aspek ekonomi dan bisnis dalam pengembangan PLTS. Para peneliti dapat melakukan analisis kelayakan finansial, mengidentifikasi peluang

pasar, dan mengembangkan model bisnis yang berkelanjutan untuk mendorong adopsi teknologi PLTS secara luas. Kolaborasi riset memungkinkan terbentuknya jaringan dan kerja sama antara berbagai pemangku kepentingan dalam industri PLTS, termasuk akademisi, pemerintah, perusahaan swasta, dan masyarakat. Hal ini dapat menghasilkan sinergi yang positif dalam mendukung pengembangan dan adopsi teknologi PLTS secara menyeluruh.

Kolaborasi riset memiliki peran yang sangat penting dalam mempercepat pengembangan PLTS dengan menggabungkan keahlian, sumber daya, dan upaya dari berbagai pihak yang terlibat. Hal ini dapat menghasilkan terobosan teknologi yang lebih cepat dan memperluas dampak positif dari energi surya sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Hasil penelitian mengenai pengaruh kolaborasi riset terhadap pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menghasilkan beberapa poin sebagai berikut.

Pertama, *Peningkatan Inovasi Teknologi*. Kolaborasi riset memungkinkan para ilmuwan, insinyur, dan pemangku kepentingan lainnya untuk bekerja bersama dalam mengembangkan inovasi teknologi PLTS. Hasil kolaborasi ini sering kali menghasilkan penemuan baru, seperti material panel surya yang lebih efisien, sistem penyimpanan energi yang lebih baik, atau teknologi monitoring yang lebih canggih untuk PLTS. Inovasi proses dibagi kedalam dua kategori yaitu inovasi teknologi dan inovasi organisasi. Pada inovasi proses teknologi mengubah cara produk yang diproduksi dengan memperkenalkan perubahan teknologi (fisik peralatan, teknik dan system) sedangkan inovasi organisasi adalah inovasi dalam struktur organisasi, strategi dan proses administrasi (Damanpour & Aravind, 2012).

Kedua, *Pengoptimalan Desain dan Kinerja*. Melalui kolaborasi riset, desain dan kinerja sistem PLTS dapat dioptimalkan secara lebih efektif. Hal ini termasuk pengujian berbagai konfigurasi sistem, analisis terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja (seperti kondisi cuaca dan lokasi), serta pengembangan model prediktif untuk memperkirakan produksi energi secara akurat. Ketiga, *Pengembangan Model Bisnis yang Berkelanjutan*. Hasil kolaborasi riset juga dapat berdampak pada pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk PLTS. Hal ini mencakup analisis ekonomi, strategi pemasaran, pendekatan keuangan yang lebih baik, serta identifikasi peluang investasi dan kerjasama dengan sektor industri atau pemerintah.

Keempat, *Keandalan dan Keamanan Sistem*. Kolaborasi riset membantu dalam

mengidentifikasi dan mengatasi masalah terkait keandalan dan keamanan sistem PLTS. Dengan mengumpulkan data dan informasi dari berbagai sumber, risiko-risiko yang mungkin terjadi dapat diantisipasi, dan solusi-solusi yang tepat dapat dikembangkan untuk meningkatkan kehandalan operasional PLTS. Kelima, *Penyebaran Pengetahuan dan Teknologi*. Hasil kolaborasi riset tidak hanya bermanfaat bagi para peneliti dan industri, tetapi juga penting dalam penyebaran pengetahuan dan teknologi ke masyarakat luas. Melalui publikasi, seminar, pelatihan, dan program edukasi, pengetahuan tentang PLTS dapat dipromosikan dan diadopsi secara lebih luas oleh berbagai pihak.

Keenam, *Peningkatan Adopsi dan Implementasi*. Hasil Kolaborasi Riset berkontribusi pada peningkatan adopsi dan implementasi teknologi PLTS. Dengan menghasilkan bukti-bukti yang kuat tentang efektivitas dan keuntungan PLTS melalui kolaborasi multidisiplin, pemangku kepentingan seperti pemerintah, perusahaan, dan masyarakat dapat lebih termotivasi untuk mengadopsi dan mengimplementasikan PLTS secara lebih luas.

Hasil penelitian ini mengkaji pengaruh kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS tidak hanya memberikan wawasan tentang kemajuan teknologi, tetapi juga menggambarkan peran penting kolaborasi antar-disiplin dan antar-stakeholder dalam memajukan industri energi terbarukan secara keseluruhan. Pengaruh kolaborasi riset terhadap pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sangatlah signifikan. Kolaborasi riset memungkinkan para peneliti dari berbagai disiplin ilmu dan lembaga untuk saling berbagi ide dan pengetahuan. Hal ini sering kali mengarah pada inovasi teknologi baru, seperti pengembangan material panel surya yang lebih efisien, teknik peningkatan kinerja konversi energi, atau sistem penyimpanan energi yang lebih canggih.

Para peneliti dapat mengoptimalkan desain dan kinerja PLTS dengan bekerja sama. Contohnya, kolaborasi antara insinyur dan ilmuwan lingkungan dapat menghasilkan desain PLTS yang lebih efisien dalam pemanfaatan energi matahari, meningkatkan tingkat efisiensi dan produksi energi secara keseluruhan. Kolaborasi antara lembaga riset, pemerintah, industri, dan masyarakat dapat mempercepat pengembangan PLTS Desa melalui pertukaran pengetahuan, sumber daya, dan akses pasar. Hubungan antara infrastruktur riset, kolaborasi riset, dan pengembangan PLTS Desa dengan teori kolaborasi jaringan mencerminkan pentingnya interaksi antara berbagai pemangku

kepentingan dalam ekosistem riset dan pengembangan teknologi.

Collaborative Governance adalah usaha dari pemerintah dalam rangka mengatasi masalah publik dengan cara berkerjasama atau melakukan kemitraan dengan masyarakat, instansi swasta lain untuk meningkatkan kualitas dari hasil program/kegiatan yang dilakukan. Definisi *collaborative governance* menurut Ansell dan Gash (Ansell & Gash, 2008) adalah suatu bentuk susunan pemerintahan, dimana satu atau lebih instansi publik secara langsung berhubungan dengan stakeholder non-negara dalam sebuah proses pengambilan keputusan yang formal, berorintasi pada konsensus, deliberatif dan menuju pada formulasi atau implementasi kebijakan publik, atau dapat pula dalam manajemen program atau asset publik.

Kolaborasi riset memungkinkan pengujian dan validasi hasil penelitian secara lebih menyeluruh. Pengujian ini penting untuk memastikan keandalan dan kinerja sistem PLTS dalam berbagai kondisi operasional, sehingga hasilnya dapat diandalkan ketika diterapkan di lapangan dengan menggabungkan keahlian dari berbagai bidang seperti teknik, ilmu material, dan keamanan, kolaborasi riset dapat membantu meningkatkan keamanan dan kualitas sistem PLTS. Hal ini termasuk pengembangan teknologi monitoring dan kontrol yang lebih canggih untuk memantau dan mengoptimalkan operasi PLTS secara *real-time*.

Kolaborasi riset juga memengaruhi pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk industri PLTS. Para peneliti dapat membantu mengidentifikasi peluang pasar, menganalisis kelayakan finansial, dan mengembangkan strategi pemasaran yang efektif untuk meningkatkan adopsi teknologi PLTS. Melalui kolaborasi riset, pengetahuan tentang PLTS dapat disebarluaskan lebih luas ke berbagai pihak, termasuk industri, pemerintah, dan masyarakat umum.

Hal ini dapat dilakukan melalui publikasi ilmiah, seminar, pelatihan, dan program edukasi untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran tentang manfaat PLTS sebagai sumber energi terbarukan. Dengan demikian, kolaborasi riset memiliki dampak yang besar dalam mempercepat pengembangan dan adopsi teknologi PLTS dengan menggabungkan keahlian dan sumber daya dari berbagai lembaga dan disiplin ilmu. Hal ini membantu memperkuat posisi PLTS sebagai salah satu solusi utama dalam menyediakan energi yang bersih, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Pengaruh Infrastruktur Riset dan Kolaborasi Riset Terhadap Pengembangan

PLTS. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh bahwa pengaruh Infrastruktur Riset (X_1) dan Kolaborasi Riset (X_2) terhadap Pengembangan PLTS (Y) mencapai 0,660 atau 66% dengan f_{hitung} sebesar 113.719 artinya secara nyata digambarkan bahwa peran *infrastruktur riset* dan *kolaborasi riset* terhadap *pengembangan PLTS* sangat mempengaruhi sebanyak 66% dengan pengaruh yang signifikan.

Hasil penelitian di atas didukung oleh penelitian sebelumnya oleh Kusuma dan Khoiroh (2023) yang menyatakan bahwa Infrastruktur dan kolaborasi memiliki dampak positif terhadap Pembangunan PLTS. Kemudian dijelaskan juga oleh Agustine bahwa analisis risiko menunjukkan risiko kategori tinggi, sedang dan rendah. Dengan penggunaan Infrastruktur dan Kolaborasi dapat meningkatkan pengembangan pembangkit listrik tenaga surya Desa (Nurwahyuni, dkk, 2019).

Pengaruh infrastruktur riset dan kolaborasi riset terhadap pengembangan PLTS sangatlah signifikan. Berdasarkan Peraturan Presiden No. 38 Tahun 2015 mendefinisikan infrastruktur sebagai salah satu teknis, fisik, sistem, perangkat keras dan lunak yang diperlukan untuk melakukan pelayanan kepada masyarakat serta mendukung jaringan kepada masyarakat dan mendukung jaringan struktur agar pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakat dapat berjalan dengan baik. Sedangkan Pembangunan makna secara umum adalah setiap usaha mewujudkan hidup yang lebih baik sebagaimana yang didefinisikan oleh suatu negara "*an increasing attainment of one's own cultural values*" (Tjokrowinoto, 1996).

Beberapa poin yang menjelaskan pengaruh keduanya terhadap pengembangan PLTS adalah sebagai berikut. *Pertama*, Infrastruktur Riset. Infrastruktur riset yang lengkap memfasilitasi pengembangan teknologi baru untuk PLTS, seperti material panel surya yang lebih efisien, sistem penyimpanan energi yang canggih, atau teknik konversi energi yang lebih optimal. Yaitu dengan adanya Infrastruktur riset yang memadai, seperti laboratorium khusus dan fasilitas pengujian, memungkinkan para peneliti dan insinyur untuk melakukan eksperimen, pengujian, dan pengembangan teknologi baru dalam PLTS.

Penggunaan infrastruktur riset memungkinkan validasi kinerja PLTS dalam berbagai kondisi operasional, seperti kondisi cuaca yang berbeda-beda. Hal ini penting untuk memastikan bahwa PLTS dapat berfungsi dengan baik dan efisien dalam lingkungan yang beragam. Termasuk situasi cuaca ekstrem atau variasi beban listrik. Ini membantu memastikan

bahwa PLTS dapat beroperasi dengan handal dan efisien.

Kedua, Infrastruktur riset memungkinkan analisis mendalam terhadap desain sistem PLTS, sehingga dapat dioptimalkan untuk mencapai efisiensi yang lebih tinggi, daya tahan yang lebih baik, dan biaya produksi yang lebih rendah. Dengan akses terhadap fasilitas riset yang canggih, para peneliti dapat terus meningkatkan efisiensi PLTS, baik dari segi konversi energi, peningkatan produksi energi, maupun pengurangan biaya operasional.

Ketiga, Kolaborasi Riset. Kolaborasi riset antara berbagai institusi atau pemangku kepentingan memungkinkan integrasi keahlian dari berbagai disiplin ilmu, seperti teknik, ilmu material, ekonomi, dan lingkungan. Kolaborasi riset antara berbagai institusi, seperti universitas, industri, dan pemerintah, memungkinkan penggabungan keahlian dan pengalaman dari berbagai disiplin ilmu. Hal ini dapat menghasilkan solusi PLTS yang lebih holistik dan efektif.

Kolaborasi riset mendorong pengembangan inovasi yang bersifat interdisipliner, seperti penggunaan material baru yang dihasilkan dari penelitian kimia untuk panel surya, atau pengembangan algoritma kontrol yang didasarkan pada pengetahuan matematika dan rekayasa. Di mana berbagai bidang seperti teknik, ilmu material, kebijakan energi, dan ekonomi bisa saling berkolaborasi untuk menghasilkan solusi yang lebih terintegrasi.

Kolaborasi antara industri dan akademisi memungkinkan transfer teknologi dan pengetahuan yang lebih lancar, serta membuka pintu bagi penelitian terapan yang berfokus pada kebutuhan pasar dan industri. Melalui kolaborasi riset, pengembangan model bisnis yang berkelanjutan untuk PLTS juga menjadi lebih mungkin. Para peneliti dan industri dapat bekerja sama untuk mengembangkan strategi pemasaran, analisis kelayakan finansial, dan integrasi PLTS dengan infrastruktur energi yang ada.

Secara keseluruhan, infrastruktur riset dan kolaborasi riset memiliki peran yang sangat penting dalam pengembangan PLTS. Kedua variabel tersebut membantu menggerakkan inovasi teknologi, meningkatkan efisiensi dan kinerja PLTS, serta mendukung pengembangan model bisnis yang berkelanjutan. Keduanya saling melengkapi dalam menyediakan fondasi yang kuat bagi pertumbuhan industri PLTS dan penerapan energi terbarukan secara lebih luas. Adapun Dukungan untuk Implementasi Lapangan antara Infrastruktur Riset dan Kolaborasi Riset adalah sebagai berikut.

Pertama, Infrastruktur riset dan kolaborasi riset memungkinkan pengujian PLTS di skala besar, baik di laboratorium maupun di lapangan. Ini memungkinkan evaluasi kinerja dalam kondisi nyata dan identifikasi tantangan implementasi yang perlu diatasi. *Kedua*, Kolaborasi riset dapat melibatkan program pelatihan dan pendidikan bagi operator PLTS, masyarakat lokal, dan pemangku kepentingan terkait lainnya. Ini penting untuk meningkatkan pemahaman tentang teknologi PLTS dan pengelolannya.

Pengaruh infrastruktur riset dan kolaborasi riset pada pengembangan PLTS sangatlah penting karena mendukung inovasi teknologi, pengujian kinerja, optimalisasi desain, integrasi keahlian, serta dukungan implementasi di lapangan. Kolaborasi antar-lembaga riset, industri, pemerintah, dan masyarakat dapat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi kemajuan PLTS sebagai sumber energi terbarukan yang lebih handal, efisien, dan berkelanjutan. Pengembangan PLTS di Desa Pematang Johar dapat menjadi contoh yang baik bagi upaya pengembangan energi terbarukan di tingkat desa, dengan memanfaatkan infrastruktur riset, kolaborasi antar-stakeholder, dukungan kebijakan, dan praktek pengelolaan yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Ketersediaan infrastruktur riset yang memadai sangat penting dalam memfasilitasi pengembangan dan implementasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di desa seperti Pematang Johar. Fasilitas riset, laboratorium, dan akses ke teknologi terbaru mendukung penelitian, pengujian, dan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas PLTS. Kolaborasi riset antara lembaga riset, pemerintah, dan masyarakat setempat dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan PLTS di desa. Kolaborasi ini memungkinkan pertukaran pengetahuan, keahlian, dan sumber daya yang diperlukan untuk merancang dan menerapkan solusi PLTS yang sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal. Pengembangan PLTS di Desa Pematang Johar, Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang, tidak hanya akan memberikan akses lebih luas terhadap energi bersih dan terbarukan bagi masyarakat desa, tetapi juga dapat mendukung pembangunan ekonomi dan sosial di tingkat lokal. PLTS desa memiliki potensi untuk meningkatkan kemandirian energi, menciptakan lapangan kerja lokal, dan meningkatkan akses terhadap layanan dasar seperti pendidikan dan kesehatan. Untuk mempercepat pengembangan PLTS di Desa Pematang Johar dan daerah

serupa, diperlukan dukungan yang kuat dari pemerintah daerah dan pusat dalam bentuk kebijakan yang mendukung, insentif fiskal, dan alokasi anggaran untuk investasi infrastruktur dan pelatihan tenaga kerja terkait PLTS. Pemerintah dan berbagai pihak yang terlibat harus memperhatikan aspek keberlanjutan dan pengelolaan yang efektif terhadap PLTS desa, yang mencakup pemeliharaan rutin, pelatihan bagi operator, manajemen sumber daya, dan partisipasi aktif masyarakat dalam pengelolaan dan pemeliharaan sistem PLTS.

REKOMENDASI

1. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), agar membuat kebijakan nasional terkait energi terbarukan, termasuk PLTS, dan menyediakan dukungan teknis serta pendanaan.
2. Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset Nasional, agar mendukung riset dan inovasi dalam teknologi energi terbarukan, dalam hal ini PLTS.
3. Pemerintah Provinsi Sumatera Utara, agar membantu dalam pengembangan kebijakan regional dan alokasi anggaran untuk proyek energi terbarukan. Sedangkan Pemerintah Kabupaten Deli Serdang, agar melaksanakan kebijakan energi terbarukan di tingkat lokal, menyediakan izin, dan mendukung implementasi proyek PLTS.
4. Universitas dan Institut Teknologi serta Lembaga Penelitian Pemerintah dan Swasta, agar melakukan penelitian dan pengembangan teknologi PLTS serta memberikan pendidikan dan pelatihan kepada tenaga kerja lokal, juga melakukan riset dan inovasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas PLTS.
5. Masyarakat Lokal atau warga Desa Pematang Johar sebagai pengguna akhir PLTS, agar masyarakat berperan dalam mendukung dan memelihara infrastruktur yang dibangun untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas hidup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Sumatera Utara, Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Ketua dan Sekretaris Program Studi Magister Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, serta seluruh pihak yang telah membantu hingga terbitnya naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Agustine, Lanny, dkk. 2021. Implementasi PLTS Untuk Membina Kader Masyarakat Surabaya Yang

Sadar Energi Hijau. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*. 10(2) pp.100-108.

Ansell, C., & Gash, A. 2008. Collaborative Governance in Theory and Practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*. pp 543-571.

Dani, Ahmad dan Erivianto, Dino. 2022. Studi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Off Grid Skala Rumah Tangga pada Daerah Bagan Deli Menggunakan Pvsyst *JIST*. 3(14) Pp. 961-972.

Damanpour, F., & Schneider, M. 2006. Phases of the Adoption of Innovation in Organizations: Effects of Environment, Organization and Top Managers¹. *British Journal of Management*. 17(3). pp 215-236. doi: 10.1111/j.1467- 8551.2006.00498.x

Dutt, Bharvi dan Nikam, Khaiser. 2014. Scientometrics of Collaboration pattern in solar cell research in India. *Annals of Library and Information Studies*. 61(204). Pp.65-73.

Hantoro, Ridho, dkk. 2019. Design and Implementation of Real-Time Monitoring System for Solar Power Plant in Surabaya, Indonesia. *ESS Web of Conferences 190, 0034 (2020)*. ICoRER 2019. <https://doi.org/10.1021/e3sconf/202019000034>.

Hasanah, Aas Wasri, Tony Koerniawan dan Yuliansyah. 2018. Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid di STT-PLN. *Jurnal Energi dan Kelistrikan*. 10(2).

Indrawan, Bayu, Sidik, Aryo De Wibowo, dkk. 2022. Design of Solar Rooftop Using Helioscope in The Gazebo of Pelabuhan Ratu Coal Power Plant. *Jurnal Teknik Elektro* 05(01). pp.28-34.

Kusuma, Yudha Adi dan Khoiroh, Siti Muhimatul. 2023. Analysis of Village Infrastructure Project Success Factors by Considering Implementation Risks. *Jurnal fo Mechanical Electrical and Industrial Engineering*. 5(2). Pp. 351-363.

Liestyowati, Dwi, dkk. 2022. Rancangan Sisem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Berkapasitas 100 WI dengan Inverter 1000 Watt. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*. 1(5). pp. 623-634.

Nunnally, J.C. 1967. *Psychometric Theory*. New York: McGraw-Hill.

Nurwahyuni, Isnaini, dkk. 2019. Application of water treatment technology with help solar and antimicrobial power to village communities Tanjung Selamat Sub-district Sunggal Districts Deli Serdang. *ABDIMAS TALENTA*. 4 (2). Pp. 551-557.

Pawenary, Pradana, Arditiyan Elyas. 2023. Analysis of Wordk System And Maintenance of Solar Power Plant With a Capacity of 10.8 kWp In Graha YPK PLN. *JRSSEM*. 02(8) pp. 1644-1651.

Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 38 Tahun 2015 tentang Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur.

Siagian, Melsa dan Rahmani, Nur Ahmadi Bi. 2022. Analysis of the Role of the Inspectorate in Supervision of Village Funds in Deli Serdang Regency. *Journal of Indonesia Management*. 2(2). pp. 325-328.

Suprianto. 2022. Dampak Sosial Ekonomi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sumbawa 26 MWp Terhadap Masyarakat. *Entrepreneur: Jurnal Bisnis Manajemen dan Kewirausahaan*. 3(2). pp.624-630.

Tjokrowinoto. 1996. *Manajemen Kepegawaian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Wardana, Ahmad Rahma dan Ma'rifatullah, Wening Hapsari. 2019. Evaluasi Kebijakan : Pembangunan Desa Melalui Energi Terbarukan (Studi Kasus Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Rawasari, Jambi). *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*. 19(3). Pp.462-469.

Institute for Essential Services Reform. 2019. Akses Energi yang Berkelanjutan untuk Masyarakat Desa: Status, Tantangan dan Peluang. *Proceeding: Jakarta Selatan. Seri Diskusi Pokok Energi*. Cetakan Pertama.