

Pengaruh Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Luring dan Daring terhadap Peningkatan Kompetensi Pegawai Aparatur Sipil Negara

Endang Widayati, Sulardi, Arief Indarto

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Jakarta, Indonesia

E-mail: endangwidayati4@gmail.com, Iyangelardi777@gmail.com,
arief.indarto@esdm.go.id

ABSTRAK

Kata kunci:

transisi energi;
hidrogen; peningkatan
kompetensi; pelatihan;
luring; daring.

Keywords:

energy transition;
hydrogen; competency;
training; online;
offline.

Transisi energi menuju sumber energi yang lebih bersih, seperti hidrogen, merupakan langkah penting untuk mencapai keberlanjutan dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Dalam konteks ini, peningkatan kompetensi Aparatur Sipil Negara (ASN) terkait hidrogen sangat diperlukan, mengingat peran mereka dalam implementasi kebijakan energi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh pelatihan pengenalan hidrogen yang dilakukan secara daring dan luring terhadap peningkatan kompetensi ASN di lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan desain eksperimen One-Group Pretest-Posttest. Data diambil dari hasil pretest dan posttest peserta pelatihan, diolah menggunakan N-Gain Score untuk mengukur peningkatan pengetahuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan daring memberikan pengaruh sebesar 79,48% terhadap peningkatan kompetensi, sedangkan pelatihan luring memberikan pengaruh sebesar 82,85%. Kedua metode pelatihan tersebut menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan pengetahuan ASN tentang hidrogen. Kesimpulan pelatihan pengenalan hidrogen, baik secara daring maupun luring, terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi ASN di KESDM. Meskipun pelatihan luring menunjukkan hasil yang lebih tinggi, pelatihan daring tetap memberikan kontribusi yang signifikan dan dapat menjadi alternatif yang efektif dalam situasi tertentu.

The energy transition to cleaner energy sources, such as hydrogen, is an important step to achieve sustainability and reduce greenhouse gas emissions. In this context, improving the competence of State Civil Apparatus (ASN) related to hydrogen is very necessary, considering their role in implementing energy policies. This study aims to evaluate the effect of hydrogen introduction training conducted online and offline on improving ASN competence in the Ministry of Energy and Mineral Resources (KESDM). The research method used is quantitative with a One-Group Pretest-Posttest experimental design. Data were taken from the results of the pretest and posttest of training participants, processed using the N-Gain Score to measure the increase in knowledge. The results showed that online training had an effect of 79.48% on improving competence, while offline training had an effect of 82.85%. Both training methods showed significant effectiveness in improving ASN knowledge about hydrogen. The conclusion is that hydrogen introduction training, both online and offline, has proven effective in improving ASN competence in KESDM. Although offline training showed higher results, online training still made a significant contribution and can be an effective alternative in certain situations.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).
This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

PENDAHULUAN

Ketersediaan energi dan sumber daya mineral adalah isu penting dalam pembangunan berkelanjutan untuk masa depan Indonesia. Pembangunan berkelanjutan dapat dicapai dengan pendekatan menyeluruh yang melibatkan aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Salah satu persoalan lingkungan global adalah pemanasan suhu bumi akibat efek gas rumah kaca yang ditimbulkan dari penggunaan energi fosil di berbagai sektor. Oleh karena itu, transisi energi diperlukan untuk mendukung tercapainya pembangunan berkelanjutan. Transisi energi merupakan salah satu upaya untuk mencapai keberlanjutan, ketahanan, dan kemandirian energi, melalui peralihan dari sistem produksi dan konsumsi energi dari yang berbasis fosil ke sumber energi baru dan energi terbarukan. Salah satu upaya dalam mendukung transisi energi tersebut adalah pemanfaatan energi hidrogen.

Melalui pemanfaatan hidrogen, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memiliki visi untuk menciptakan ekonomi rendah karbon yang berdaya saing tinggi. Hidrogen memiliki potensi besar menjadi sumber energi bersih yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan diharapkan mewujudkan pembangunan berkelanjutan, terutama pada sektor industri, transportasi dan ketenagalistrikan. Arah pengembangan dan pemanfaatan hidrogen di Indonesia mempertimbangkan tiga hal utama yaitu: mendukung pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan, mendukung upaya dekarbonisasi dan komitmen Indonesia dalam mitigasi perubahan iklim global, serta potensi Indonesia sebagai hub hidrogen. Saat ini pengembangan hidrogen di Indonesia masih dalam tahap penelitian dan proyek percontohan. Hidrogen diproyeksikan akan mulai tumbuh setelah tahun 2030, yang pemanfaatannya akan lebih luas mencakup kendaraan hidrogen (fuel cell atau bahan bakar sintetis), pembangkitan listrik, sebagai penyimpanan energi, dan melakukan dekarbonisasi hard to abate sectors (shipping, aviation, steel production, manufacture, long distance transportation).

Mengacu pada Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi, hidrogen digolongkan sebagai energi baru. Laporan IEA menyebutkan bahwa pemanfaatan hidrogen di dunia telah dimulai sejak tahun 1970, didorong oleh krisis bahan bakar pada saat itu. Kini, hidrogen dimanfaatkan di berbagai negara di seluruh dunia sebagai upaya akselerasi dekarbonisasi. Pengembangan hidrogen ke depannya akan sangat ditentukan oleh cara negara-negara memanfaatkan momentum ini hingga tahun 2030. Indonesia akan memanfaatkan momentum ini dengan menyusun Strategi Nasional Hidrogen dan Peta Jalan (Roadmap) Hidrogen dan Amonia. Strategi Nasional Hidrogen mencakup kondisi pemanfaatan hidrogen di Indonesia saat ini, serta arah dan tujuan pengembangan hidrogen di Indonesia ke depannya. Peta Jalan Hidrogen dan Amonia mencakup rencana aksi detail, serta target pengembangan hidrogen tahun demi tahun hingga 2060 sesuai dengan target NZE.

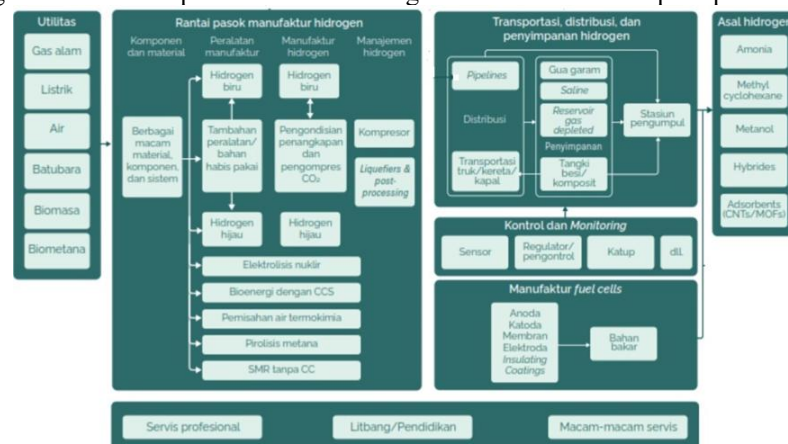
Momentum pemanfaatan hidrogen untuk sektor industri, transportasi dan kelistrikan sedang meningkat di seluruh dunia, antara lain karena peningkatan kebutuhan penyulingan dan industri (IEA, 2022a). Pada tahun 2021, permintaan hidrogen dunia mencapai 94 juta ton (IEA, 2022c). Menurut laporan IRENA, negara konsumen hidrogen terbesar adalah Tiongkok (23,9 juta ton), Amerika Serikat (11,3 juta ton), India (7,2 juta ton), Rusia (6,4 juta ton), dan UK (5,8 juta ton) (IRENA, 2022). Hidrogen kini dipertimbangkan oleh sebagian besar negara untuk mencapai target NZE pada tahun 2040 - 2070. Faktor yang mendorong perkembangan hidrogen rendah karbon di dunia adalah biaya listrik dari EBT yang sudah semakin bersaing, teknologi hidrogen yang sudah siap untuk ditingkatkan, dan fleksibilitas teknis sistem ketenagalistrikan. Dalam mendukung upaya untuk mengurangi emisi, hidrogen dapat berperan dalam hard to abate sector, misalnya industri baja, alat berat (seperti truk dan kendaraan konstruksi), penerbangan, dan perkapalan. Saat ini, hidrogen telah digunakan di Indonesia dalam sektor industri, khususnya sebagai bahan baku pupuk. Konsumsi hidrogen di Indonesia kini sekitar 1,75 juta ton per tahun (IEA, 2022), dengan pemanfaatan yang didominasi oleh urea (88%), amonia (4 %), dan kilang minyak (2 %). Sebagian besar hidrogen yang digunakan di industri saat ini berasal dari gas bumi. Sektor industri berperan sangat besar dalam pertumbuhan ekonomi yang masih bergantung pada gas bumi sebagai bahan baku dan sumber energi.

Dari total produksi gas nasional untuk sektor industri, 11,2 % atau 792 BBTUD digunakan sebagai bahan baku industri pupuk untuk memproduksi hidrogen dan amonia (Kemenperin, 2023). Lima sektor pengguna gas bumi terbesar tahun 2022 adalah industri pupuk, petrokimia, logam, kertas dan keramik. Total kebutuhan gas bumi dari kelima industri tersebut merupakan 81,5 % dari total penggunaan gas bumi di tahun 2022 terutama untuk industri pupuk dan petrokimia. Selain untuk kebutuhan energi, gas bumi digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan hidrogen. Menurut laporan JICA dan ESDM tahun 2019, Indonesia adalah pengekspor amonia terbesar ketiga di dunia setelah Rusia dan Trinidad dan Tobago. Indonesia memiliki kapasitas produksi amonia sekitar 7 juta ton per tahun, dengan konsumsi domestik sekitar 1,6 juta ton per tahun dan ekspor sekitar 1,8 juta ton per tahun.

Dengan kata lain, pemanfaatan oleh pabrik amonia sekitar 50 %. Dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi Indonesia saat ini relatif memadai. Selain itu, Pertamina Power Indonesia dan APOLIN telah mengidentifikasi pemanfaatan hidrogen di Indonesia saat ini. Pertamina Power Indonesia memperkirakan bahwa pasar hidrogen domestik saat ini mencapai 1,3 MTPA, yang lebih dari 95 % merupakan permintaan captive (dengan komposisi industri pupuk sekitar 1,1 MTPA, refineries 0,1 MTPA dan methanol 0,1 MTPA)

(Pertamina NRE, 2023). Menurut APOLIN (Asosiasi Produk Oleochemical Indonesia), hidrogen juga dibutuhkan dalam industri-industri oleochemical, terutama untuk memproduksi Fatty Alcohol dan produksi Saturasi Fatty Acid. Fatty Alcohol membutuhkan 250 Nm³ hidrogen per juta ton Alcohol C12C14 dan produksi Saturasi Fatty Acid membutuhkan 50-70 Nm³ hidrogen per juta ton Stearic Acid (APOLIN, 2023). Hidrogen rendah karbon didefinisikan sebagai hidrogen yang dihasilkan dengan teknologi rendah karbon yang dapat berasal dari 1) energi baru dan terbarukan (tenaga surya, angin, panas bumi, arus laut, biomassa, dan nuklir) atau 2) diproduksi menggunakan teknologi Steam Methane Reforming (SMR) dari gas alam yang dilengkapi dengan Carbon Capture and Storage (CCS). Pengembangan teknologi hidrogen rendah karbon saat ini masih berada pada tahap awal, baik dari segi riset maupun proyek pilot. Pusat Riset Teknologi Industri Proses dan Manufaktur (PRTIPM) di bawah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sedang mengembangkan biogas dengan bahan baku POME/limbah tapioka untuk menghasilkan hidrogen hijau dan bio-methane. Selain itu, beberapa sektor industri swasta juga sudah mulai mengembangkan pemanfaatan hidrogen rendah karbon dari sumber energi terbarukan dalam upaya berpartisipasi mengatasi perubahan iklim. Pertamina telah merencanakan untuk membangun lima proyek pilot produksi hidrogen dan amonia yang tersebar di wilayah Indonesia yaitu di Lahendong-Sulawesi Utara, Batam- Kepulauan Riau, Ulubelu- Lampung, Cilegon-Jawa Barat, dan satu lokasi potensial antara Sumatra dan Jawa. Pertamina telah memetakan potensi produksi maupun pemanfaatannya dari sumber energi terbarukan maupun gas alam. Partner kerja sama potensial, baik untuk ekspor maupun konsumsi domestik, telah dipetakan untuk masing-masing lokasi. Proyek- proyek pilot potensial ini rencananya akan beroperasi pada tahun 2024 - 2027. Proyek pertama yang akan berjalan adalah Ulubelu. Hidrogen hijau akan diproduksi dari sumber panas bumi dan diharapkan dapat beroperasi pada Juni 2024. Pupuk Indonesia, pengguna utama hidrogen sebagai bahan baku industri, juga berencana untuk secara bertahap memiliki pabrik produksi hidrogen dan atau amonia rendah karbon. Pabrik pertama akan ditargetkan beroperasi pada tahun 2028 berupa pabrik amonia hijau hibrida. Secara akumulasi, tiga pabrik amonia rendah karbon, yang terdiri dari satu pabrik amonia hijau hibrida dan dua pabrik amonia biru, dengan total kapasitas 1,52 juta ton ditargetkan sudah beroperasi di tahun 2030. Pupuk Indonesia menargetkan penambahan kapasitas produksi mencapai 11,32 juta ton amonia yang berasal dari tiga pabrik amonia.

Adapun garis besar rantai pasok ekonomi hidrogen dari hulu ke hilir seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Rantai Pasok Ekonomi Hidrogen dari Hulu ke Hilir

Berdasarkan kebutuhan dan perkembangan hidrogen dalam mendukung transisi energi kebutuhan sumber daya manusia atau human capital terkait hidrogen sangatlah penting. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pelatihan merupakan satu kesatuan dalam rantai psok ekonomi hidrogen dari hulu ke hilir. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral melalui Badan Pengembangan Sumber Daya manusia memiliki tugas dalam menyiapkan sumber daya manusia terkait hidrogen. Hidrogen sebagai carrier energi termasuk dalam nomenklatur energi baru, maka tugas penyiapan sumber daya manusia masuk di ranah tugas Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi. Dalam rangka penyiapan kapasitas sumber daya manusia khususnya kompetensi terkait hidrogen untuk Aparatur Sipil Negara di Lingkungan Kementerian Energi Sumber yaitu dengan penyelenggaraan Pelatihan Pengenalan Hidrogen bagi Aparatur Sipil Negara di Lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral sebanyak 30 JP (tiga puluh Jam Pelajaran).

Seiring perkembangan dan kemajuan dalam digitalisasi maka pelatihan pengenalan hidrogen dilakukan dengan dua cara yaitu secara daring dan secara luring. Pada pembelajaran secara daring yaitu pelatihan yang

dilakukan secara maya membutuhkan infrastruktur pendukung seperti jaringan internet yang stabil, aplikasi video conference seperti zoom, ms team atau aplikasi sejenisnya, laptop yang dilengkapi kamera atau kamera tersendiri serta sound system yang memadai. Adapun pelatihan secara luring dilakukan secara klasikal dimana fasilitator bertatap muka dan berinteraksi secara langsung dengan peserta pelatihan dalam penyampaian materinya.

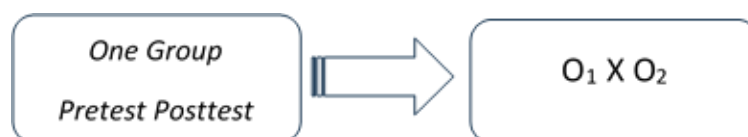
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pelatihan pengenalan hidrogen yang dilakukan secara daring terhadap peningkatan kompetensi Aparatur Sipil Negara di lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi pengaruh pelatihan yang dilaksanakan secara luring terhadap peningkatan kompetensi yang sama. Selanjutnya, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas antara pelatihan daring dan luring dalam meningkatkan pengetahuan dan kompetensi Aparatur Sipil Negara terkait hidrogen.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan kompetensi Aparatur Sipil Negara, khususnya dalam bidang energi hidrogen sebagai bagian dari transisi energi. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dalam merumuskan kebijakan dan program pelatihan yang lebih efektif dan efisien di masa mendatang. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran Aparatur Sipil Negara mengenai pentingnya energi hidrogen dalam mendukung keberlanjutan dan dekarbonisasi di Indonesia. Akhirnya, hasil penelitian ini dapat mendukung upaya pemerintah dalam transisi energi menuju penggunaan energi yang lebih bersih dan berkelanjutan di Indonesia.

METODE

Pada kajian ini, ingin diketahui pengaruh satu atau lebih variabel independen terhadap satu atau lebih variabel dependen dalam kondisi alamiah sehingga metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif. Davis L Morgan (2014) menyatakan bahwa “different methods have different strenghts”, untuk dapat menjawab rumusan masalah yang asosiatif yang berupa suatu pertanyaan penelitian yang bersifat menanyakan hubungan antara dua variabel atau lebih yang merupakan hubungan kausal yaitu hubungan yang bersifat sebab akibat antara variabel independen (variabel yang mempengaruhi) dan variabel dependen (dipengaruhi).

Adapun desain penelitian pada kajian ini adalah desain penelitian eksperimen yaitu Pre- Experimental Design. Desain yaitu One-Group Pretest – Posttest Design. Dalam One-Group Pretest – Posttest Design ada pretest dan posttest, sehingga pengaruh treatment dapat dihitung dengan membandingkan nilai posttest dan pretest. Bila nilai posttest lebih besar dari pretest, maka treatment berpengaruh positif. Desain penelitian ini dapat digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Penelitian One Group – Pretest – Posttest Design

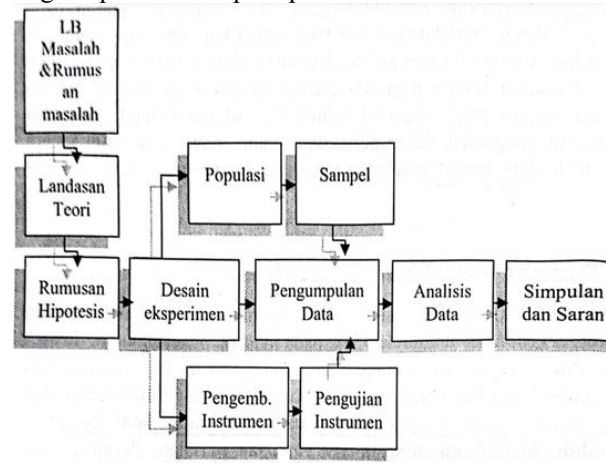
Dengan

O1 = nilai pretest (sebelum diberi pelatihan)

O2 = nilai posttest (setelah diberi pelatihan)

Untuk selanjutnya pada tahapan pengumpulan data, untuk desain penelitian pre-experimental seluruh populasi akan digunakan sebagai sampel total atau sampel tidak random, sehingga pada desain penelitian yang dipilih tidak dapat membuat generalisasi analisis dengan statistik deskriptif.

Adapun langkah – langkah penelitian seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Langkah Langkah Penelitian

Langkah – langkah penelitian pada Gambartersebut sebagai berikut:

1. Latar Belakang Masalah dan Rumusan Masalah
2. Landasan Teori
3. Rumusan Hipotesis
4. Desain Eksperimen (Populasi, Sampel, Pengembangan Instrumen dan Pengujian Instrumen)
5. Pengumpulan Data
6. Analisis Data
7. Simpulan dan Saran

Pengumpulan data berdasarkan pada data yang diperoleh dari bidang penyelenggaraan pelatihan di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Ketenagalistrikan, Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi terkait data pelatihan pengenalan hidrogen yang dilaksanakan secara luring dan secara daring. Semua data hasil pre test dan post test dari para peserta pelatihan secara daring dan luring akan dijadikan sebagai populasi penelitian sekaligus sebagai sampel.

Analisis data hasil penelitian terkait pengaruh pelatihan pengenalan hidrogen terhadap peningkatan kompetensi menggunakan rumus N-Gain Score dengan formula sebagai berikut:

$$NGS = \frac{(\text{rerata posttest} - \text{rerata pretest})}{(\text{nilai maksimal} - \text{rerata pretest})} \times 100\% \text{ dengan } NGS = N - \text{Gain Score}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pada kajian ini diperoleh data dari pelatihan pengenalan hidrogen secara daring sebanyak satu kali pelatihan dan secara luring sebanyak satu kali pelatihan sesuai banyaknya alokasi pelatihan pengenalan hidrogen pada tahun 2024. Kurikulum maupun jadwal penyelenggaraan pelatihan sama baik pelatihan daring maupun pelatihan luring. Total jam pelajaran (JP) yaitu selama 30 (tiga puluh) JP dengan 1 (satu) JP adalah 45 (empat puluh lima menit). Materi pelatihan meliputi pengenalan teknologi sumber energi hidrogen, pengembangan dan pemanfaatan sumber energi hidrogen, dan aspek keamanan hidrogen. Pelaksanaan pelatihan secara daring tanggal 20-22 Februari 2024 dengan fasilitas menggunakan aplikasi zoom, sedangkan pelaksanaan pelatihan secara luring tanggal 6-8 Agustus 2024 di Kampus Diklat Bina Swadaya, Wisma Hijau, Depok.

Adapun hasil pretest dan posttest peserta pelatihan pengenalan hidrogen secara daring dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. PreTest dan PostTest Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Daring

Pengaruh Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Luring dan Daring terhadap Peningkatan Kompetensi Pegawai Aparatur Sipil Negara

No.	PRE - TEST	POST-TEST
1	73,33	100
2	66,67	96,67
3	46,67	93,33
4	60	100
5	63,33	97,67
6	60	63,33
7	73,33	97,67
8	76,67	100
9	83,33	93,33
10	76,67	100
11	73,33	100
12	70	73,33
13	60	96,67
14	63,33	100
15	63,33	100
16	46,67	96,67
17	63,33	100
18	80	96,67
19	36,67	70
20	63,33	100
21	93,33	96,67
22	63,33	100
23	70	96,67
24	43,33	66,67
25	26,67	96,67
26	40	90
27	60	100
28	70	100
29	93,33	100
30	0	56,67
31	70	93,33
32	40	60
33	76,67	90
34	73,33	96,67
35	0	100
AVR	61	92

Pada Tabel 1 tersebut diatas, jumlah populasi sama dengan jumlah sampel, yaitu 35 (tiga puluh lima) sampel dengan nilai rerata pre-test 61 (enam puluh satu) dan nilai rerata post – test 92 (sembilan puluh dua).

Sedangkan hasil pretest dan posttest peserta pelatihan pengenalan hidrogen secara luring seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. PreTest dan PostTest Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Luring

No.	PRE - TEST	POST-TEST
1	50	83,33
2	86,67	96,67
3	76,67	100
4	70	96,67
5	66,67	93,33
6	60	90
7	70	96,67
8	60	96,67
9	43,33	96,67
10	36,67	86,67
11	83,33	96,67
12	53,33	83,33
13	73,33	100
14	50	80
15	56,67	100
16	83,33	96,67
17	76,67	93,33
18	66,67	100
19	80	96,67
20	66,67	93,33
21	60	96,67
22	60	100
23	63,33	96,67
AVR	65	94

Pada Tabel 2 tersebut, jumlah populasi sama dengan jumlah sampel, yaitu 23 (dua puluh tiga) sampel dengan nilai rerata pre-test 65 (enam puluh lima) dan nilai rerata post – test 94 (sembilan puluh empat). Adapun N- Gain Score untuk pelatihan pengenalan hidrogen secara daring seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. N-Gain Score Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Daring

No.	PRE - TEST	POST-TEST
1	73,33	100
2	66,67	96,67
3	46,67	93,33
4	60	100
5	63,33	97,67
6	60	63,33
7	73,33	97,67
8	76,67	100
9	83,33	93,33
10	76,67	100
11	73,33	100
12	70	73,33
13	60	96,67

14	63,33	100
15	63,33	100
16	46,67	96,67
17	63,33	100
18	80	96,67
19	36,67	70
20	63,33	100
21	93,33	96,67
22	63,33	100
23	70	96,67
24	43,33	66,67
25	26,67	96,67
26	40	90
27	60	100
28	70	100
29	93,33	100
30	0	56,67
31	70	93,33
32	40	60
33	76,67	90
34	73,33	96,67
35	0	100
AVR	61	92
NGS		
$= \frac{(\text{rerata posttest} - \text{rerata pretest})}{(\text{nilai maksimal} - \text{rerata pretest})} \times 100\%$		
		79,48%

Sedangkan N-Gain Score untuk pelatihan pengenalan hidrogen secara luring seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. N-Gain Score Pelatihan Pengenalan Hidrogen Secara Luring

No.	PRE - TEST	POST-TEST
1	50	83,33
2	86,67	96,67
3	76,67	100
4	70	96,67
5	66,67	93,33
6	60	90
7	70	96,67
8	60	96,67
9	43,33	96,67
10	36,67	86,67
11	83,33	96,67
12	53,33	83,33
13	73,33	100

14	50	80
15	56,67	100
16	83,33	96,67
17	76,67	93,33
18	66,67	100
19	80	96,67
20	66,67	93,33
21	60	96,67
22	60	100
23	63,33	96,67
AVR	65	94
NGS		
= $\frac{(\text{rerata } \textit{posttest} - \text{rerata } \textit{pretest})}{(\text{nilai maksimal} - \text{rerata } \textit{pretest})} \times 100\%$		82,85%

Pembahasan

Pengaruh Pelatihan Pengenalan Hidrogen secara Daring pada Peningkatan Kompetensi

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan N-Gain Score menunjukkan bahwa adanya pelatihan pengenalan hidrogen secara daring memberikan pengaruh sebesar 79,48% (tujuh puluh sembilan koma empat puluh delapan persen) terhadap peningkatan kompetensi yang berupa peningkatan pengetahuan bagi Aparatur Sipil Negara di Lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Pengaruh Pelatihan Pengenalan Hidrogen secara Luring pada Peningkatan Kompetensi

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan N-Gain Score menunjukkan bahwa adanya pelatihan pengenalan hidrogen secara daring memberikan pengaruh sebesar 82,85% (delapan koma empat puluh delapan persen) terhadap peningkatan kompetensi yang berupa peningkatan pengetahuan bagi Aparatur Sipil Negara di Lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Perbedaan Pengaruh Pelatihan Pengenalan Hidrogen secara Daring dan Luring pada Peningkatan Kompetensi

Dari hasil kajian ini diperoleh perbedaan sebesar 3,37 % (tiga koma tiga puluh tujuh persen) lebih tinggi peningkatan kompetensi khususnya dari sisi peningkatan pengetahuan dengan melalui luring dibandingkan melalui daring bagi Aparatur Sipil Negara di lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh pelatihan pengenalan hidrogen terhadap peningkatan kompetensi Aparatur Sipil Negara di lingkungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dapat disimpulkan bahwa pelatihan pengenalan hidrogen yang dilakukan secara daring menunjukkan pengaruh positif dengan N-Gain Score sebesar 79,48%, yang mengindikasikan peningkatan pengetahuan yang signifikan di kalangan peserta. Sementara itu, pelatihan secara luring memberikan pengaruh yang lebih besar dengan N-Gain Score sebesar 82,85%, menunjukkan bahwa interaksi langsung dalam pelatihan dapat lebih efektif dalam meningkatkan kompetensi. Meskipun kedua metode pelatihan menunjukkan peningkatan yang signifikan, pelatihan luring memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan pelatihan daring, mengindikasikan pentingnya format pelatihan dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kompetensi ASN terkait hidrogen, disarankan untuk mengoptimalkan penggunaan metode luring sambil tetap mempertimbangkan keuntungan dari pelatihan daring, terutama dalam situasi yang memerlukan fleksibilitas.

REFERENSI

- Andersson, J., & Gronkvist, S. (2019). Large-scale storage of hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(23), 11901–11919. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.03.063>
- APOLIN. (2023). Paparan FGD 18 Januari 2023: Pemanfaatan Hidrogen Hijau. https://castlerockconsultingasiame.sharepoint.com/:p/g/personal/nadhilah_shani_castlerockasia_com/EbMiI-DxvBKPpy9BmhUObU1g?e=5ubsAP
- Bockris, J. O. (1977). The Hydrogen Economy. Dalam J. O. Bockris (Ed.), *Environmental Chemistry* (hlm. 549–582). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6921-3_17

- Hydrogen Council. (2022, Oktober). Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization. <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2022/10/Global-Hydrogen-Flows.pdf>
- IEA. (2022a). An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia. OECD. <https://doi.org/10.1787/4a9e9439en>
- IEA. (2022b). Electrolysers – Analysis. IEA. <https://www.iea.org/reports/electrolysers>
- IEA. (2022c). Global Hydrogen Review 2022 – Analysis. IEA. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogenreview-2022>
- IPCC.(2022). WGII Summary for Policymakers Headline Statements. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/resources/sp-headline-statements>
- IRENA.(2022). Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor. <https://www.irena.org/DigitalReport/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation#page-2>
- JICA, KESDM, & PLN. (2022, Maret). Data Collection Survey on Power Sector in Indonesia for Decarbonization. [https:// go.jp/pdf/12342481.pdf](https://go.jp/pdf/12342481.pdf)
- Kemenhub. (2023). Paparan pada FGD 18 Januari 2023: Rencana Pengembangan & Pemanfaatan Hidrogen Sebagai Strategi Menuju NZE di 2060.
- Kemenperin. (2023). Paparan Kemenperin pada FGD 18 Januari 2023: Pengembangan Hidrogen dan Amonia Hijau di Sektor Industri
- Lagioia, G., Spinelli, M. P., & Amicarelli, V. (2023). Blue and green hydrogen energy to meet European Union decarbonisation objectives. An overview of perspectives and the current state of affairs. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(4), 1304–1322 . <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.10.044>
- Pertamina NRE. (2023). Paparan Pertamina New Renewable Energy Clean Hydrogen Development di ESDM Hydrogen FGD
- PLN. (2023). Paparan Potensi Pemanfaatan Hidrogen di Sektor Ketenagalistrikan pada FGD Pemanfaatan Hidrogen.
- Ricardo, UK-Mentari, & Castlerock Consulting. (2022). Renewable Energy and Green Hydrogen Options for Pantar Island.
- Sugiyono (2022). Metode Penelitian Kuantitatif, Penerbit Alfabeta, Yogyakarta, Edisi Kedua
- UK-Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2022). Supply Chains to Support a Hydrogen Economy. <https://assets.publishing.service.gov.uk>