

PROFIL PENINGKATAN HASIL BELAJAR PRAKTIKUM FISIKA DARING TOPIK HUKUM BOYLE UNTUK MAHASISWA POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

I Gede Rasagama

Program Studi Teknik Aeronautika, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung
Email: igesagama@polban.ac.id

Diterima: 27 Juli 2022. **Direvisi:** 10 Agustus 2022 **Disetujui:** 30 September 2022.

Abstrak

KBM praktikum fisika di masa pandemi *COVID-19* tidak dapat dihindari sehingga dalam pelaksanaannya dibutuhkan upaya-upaya tertentu. Penelitian bertujuan untuk mengetahui dampak praktikum hukum Boyle daring yang telah didesain, perihal peningkatan penguasaan konsep, peningkatan kemampuan mengerjakan laporan, dan persepsi tingkat kesulitan mahasiswa terhadap konsep dan tugas praktikum. Penelitian dilakukan dengan metode quasi-eksperimen dan desain *pre-test post-test one group*. Sebagai subjek penelitian adalah 32 mahasiswa D4 Prodi Teknik Konservasi Energi POLBAN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa praktikum hukum Boyle daring mampu meningkatkan penguasaan konsep hukum Boyle secara signifikan, dari rerata skor 33.13 ke 46.56 pada kategori rendah, dan kemampuan mengerjakan laporan dari rerata skor 58.27 ke 75.02 pada kategori sedang. Tingkat kesulitan konsep dan tugas praktikum dipersepsikan, masing-masing pada rerata skor 2.68 kategori mendekati cukup dan rerata skor 2.58 kategori mendekati cukup.

Kata Kunci: Hasil Belajar, Praktikum Fisika Daring, Hukum Boyle.

Abstract

Physics practicum KBM during the COVID-19 pandemic is unavoidable so that in its implementation certain efforts are needed. Activities carried out for determine the impact of the online Boyle-law practicum that has been designed, about increasing mastery of concepts, increasing ability to work on reports, and perceptions of students' difficulty level with concepts and practical assignments. The research was conducted using a quasi-experimental method and a one group pre-test post-test design. As research subjects were 32 D4 students of POLBAN Energy Conservation Engineering Study Program. The results showed that the online Boyle-law practicum was able to significantly increase the mastery of Boyle-law concepts, from an average score of 33.13 to 46.56 in the low category, and the ability to do reports from an average score of 58.27 to 75.02 in the medium category. The difficulty level of concepts and practical assignments is perceived, each with an average score of 2.68, the category is close to sufficient and the average score is 2.58, the category is close to sufficient.

Keywords: Learning Outcomes, Online Physics Practicum, Boyle's Law.

PENDAHULUAN

KBM dalam jaringan (daring) masih menjadi kebijakan untuk dilaksanakan oleh setiap institusi pendidikan di tanah air untuk meminimalisir penyebaran COVID-19 masa pandemi pada awal Tahun 2022. Ini selaras isi surat edaran No. 4 Tahun 2020 Kemendikbud perihal pelaksanaan pendidikan dalam masa darurat COVID-19 dan himbauan Presiden RI agar melakukan *social distancing* dan PSBB bagi masyarakat. Tradisi penerapan pola KBM konvensional di tanah air dari jenjang PAUD hingga PT masih dilarang (Zulfitriana, 2020).

Di era revolusi industri 4.0, *IoT* (*Internet of Things*) telah hadir dan berperan dalam segala aspek kehidupan manusia. Peran *IoT* tidak hanya berfungsi sebagai mesin pencari namun juga sebagai mesin penghubung cerdas dalam segala hal, mulai dari penyimpanan awan (*cloud*), robotik dan artifisial intelegensi (Pangondian, 2019). Setiap KBM daring dapat dijadikan momentum untuk memperkenalkan pemanfaatan *IoT* kepada peserta didik.

Tereleminasinya sebagian peran pengajar karena teknologi telah menimbulkan keraguan khalayak umum perihal ketercapaian tujuan KBM daring di lapangan. Penyedia layanan KBM konvensional atau luring (luar jaringan) mempunyai kendali penuh ketika harus mengadaftasi suatu lingkungan belajar. Pada tipe layanan ini, pengajar dan peserta didik terpisahkan oleh dunia maya sehingga nihil kesempatan secara fisik mengendalikan lingkungan belajar. Dipastikan timbul banyak masalah ketika beralih dari tipe KBM konvensional ke daring agar tercapai ketuntasan KBM bagi seluruh peserta didik (Sudrajat, 2020). Perubahan tipe KBM ini tidak secara serta-merta nihil masalah (Dewantara, 2021). Diperlukan upaya-upaya tertentu oleh pihak penyedia layanan KBM daring, terutama oleh pihak pengajar.

Hukum Boyle merupakan salah satu hukum fisika krusial dalam bidang termodinamika, untuk mendeskripsikan proses pemuaian dan pemampatan gas ideal pada temperatur konstan. Konsep ini bersifat abstrak (Dukhan, 2015).

Bidang termodinamika termasuk ilmu dasar sangat penting bagi mahasiswa prodi keteknikan sehingga bidang ini dijadikan mata kuliah wajib pada prodi teknik mesin, teknik kimia, teknik sipil, teknik listrik, dan teknik pertanian.

Praktikum hukum Boyle daring merupakan bagian KBM matakuliah Fisika Terapan 2 Kurikulum 2021 Politeknik Negeri Bandung Semester Genap TA 2021-2022. Penelitian terkait praktikum hukum Boyle daring tampak menunjukkan dampak positif bagi peserta didik. Misalnya dalam meningkatkan pemahaman konsep, bahkan keterampilan proses sains peserta didik, metode ini lebih efektif dibanding KBM hukum Boyle daring tanpa praktikum (Sharif, 2021; Saepuzaman, 2019; Jalil, 2016). Penelitian perihal dampak praktikum hukum Boyle daring bagi peserta didik tampak belum dilaksanakan.

Dalam penelitian ini telah dirancang metode praktikum hukum Boyle daring yang didukung fasilitas *e-learning* untuk memposting video teori, video praktikum, dan laporan praktikum, dan aplikasi google classroom untuk 2 kali proses

interaksi antara dosen dengan mahasiswa secara virtual yaitu ketika praktikum daring dan remediasi. Frekuensi evaluasi laporan praktikum dan remediasi, masing-masing dilaksanakan 2 kali dan 1 kali. KBM praktikum daring ini khusus didesain sebagai upaya optimal yang dapat dilaksanakan dalam meningkatkan hasil belajar praktikum hukum Boyle di masa pandemi COVID-19 Tahun 2022. Penelitian bertujuan untuk mengetahui : (1) dampak penerapan praktikum hukum Boyle daring terhadap peserta didik perihal peningkatan penguasaan konsep dan kemampuan mengerjakan laporan; dan (2) persepsi tingkat kesulitan peserta didik terhadap konsep dan tugas-tugas praktikum hukum Boyle.

METODE

Subjek penelitian meliputi 32 mahasiswa D4 Kelas I Prodi Teknik Konservasi Energi Politeknik Negeri Bandung. Metode penelitian adalah quasi eksperimen untuk melihat dampak perlakuan yang dikondisikan terhadap subjek penelitian. Desain penelitian memakai desain *one group pre-test post-test* dimana subjek

penelitian sebagai kelas eksperimen dikondisikan mendapatkan 2 kali tes yaitu sebelum dan setelah perlakuan (Marsden, 2012).



Gambar 1. Peralatan Utama

Instrumen utama penelitian berupa modul praktikum hukum Boyle memuat tujuan, teori, tugas pendahuluan, alat-alat, percobaan, pertanyaan (pembahasan), sumber-sumber kesalahan, kesimpulan, dan pustaka acuan.

Instrumen pendukung penelitian meliputi video teori dan video praktikum hukum Boyle, soal pilihan ganda (PG) penguasaan konsep dan soal kuesioner perihal persepsi tingkat kesulitan mahasiswa terhadap konsep dan tugas praktikum hukum Boyle. Modul praktikum, video teori dan video praktikum diunggah melalui e-learning kampus pada awal semester agar mahasiswa dapat secara bebas

mengunduh dan mempelajari untuk persiapan kegiatan. Soal PG dan soal kuesioner dibuat dalam aplikasi *google form*. Untuk pembuatan video praktikum didukung 1 set peralatan pipa U berisi raksa, jangka sorong dan mistar. Pipa U berisi raksa, seperti diperlihatkan oleh Gambar 1.

Analisa data terhadap hasil tes penguasaan konsep dan evaluasi laporan praktikum menggunakan gain ternormalisasi (*N-Gain*) untuk melihat peningkatan hasil belajar setelah ada perlakuan (Coletta, 2020) dan uji statistika (normalitas, homogenitas, *T*, dan *Wilcoxon*) berbantuan *SPSS* untuk melihat level signifikansi peningkatan hasil belajar terkait (Sugiyono, 2015).



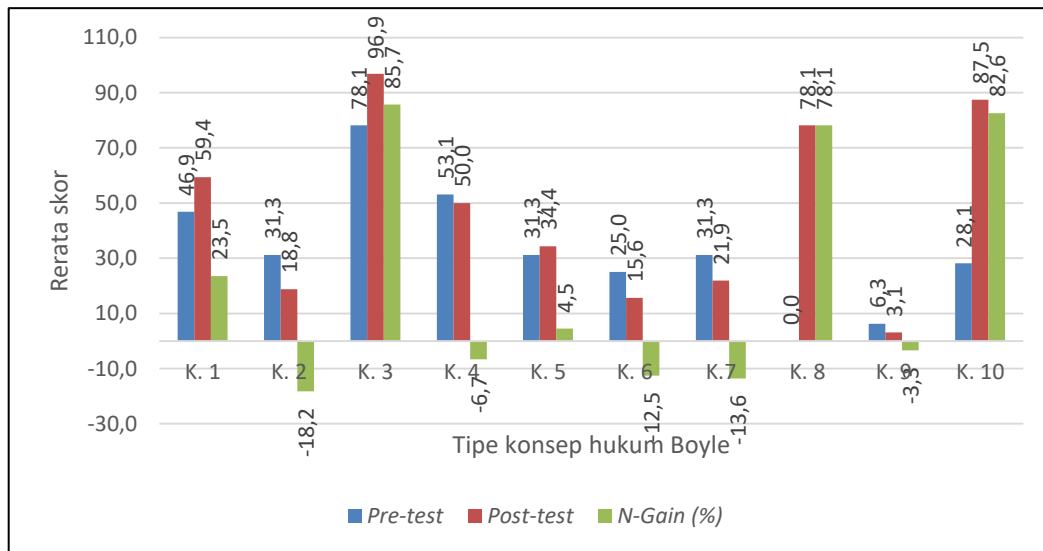
Gambar 2. Alur Penelitian Analisa data terhadap hasil kuesioner menggunakan metode deskriptif untuk melihat tendensinya

(Fraenkel, 2012). Alur penelitian ditunjukkan oleh Gambar 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temuan pertama perihal peningkatan penguasaan konsep ditunjukkan oleh Gambar 3. Dari 10 tipe konsep tampak 5 meningkat (K1,

K3, K5, K8, dan K10) dan 5 gagal (K2, K4, K6, K7, dan K9). Rerata skor penguasaan ke-10 tipe konsep, sebelum perlakuan adalah 33.13 dan sesudah perlakuan adalah 46.56, dengan *N-Gain* sebesar 20.1%, termasuk kategori rendah (Coletta, 2020).



Gambar 3. Peningkatan Penguasaan Konsep

Ket. :

- | | |
|---|---|
| <p>K1 Kontekstual tipe keadaan dimana : temperatur konstan dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K2 Kontekstual volume gas ideal yang : diamati dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K3 Konversi satuan tekanan dari mBar : ke atmosfer atau sebaliknya dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K4 Kontekstual cara merubah tekanan : gas ideal dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K5 Kontekstual gejala akibat perubahan : tekanan dalam praktikum hukum Boyle</p> | <p>K6: Perhitungan tekanan udara luar dari selisih tinggi permukaan raksa dari kolom-kolom pipa dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K7: Perhitungan jumlah mol udara dari persamaan gas ideal dalam praktikum hukum Boyle:</p> <p>K8: Persamaan matematika yang mendeskripsikan hubungan P dan V, sebelum dan setelah ada perubahan h_1 atau h_2 dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K9: Perhitungan rasio Bar-coba (dari N) dengan Bar-ukur langsung dalam praktikum hukum Boyle</p> <p>K10: Konsep perhitungan jumlah mol udara dari M yaitu hasil praktikum hukum Boyle.</p> |
|---|---|

Uji normalitasnya menunjukkan distribusi data baik *pre-test* dan *post-*

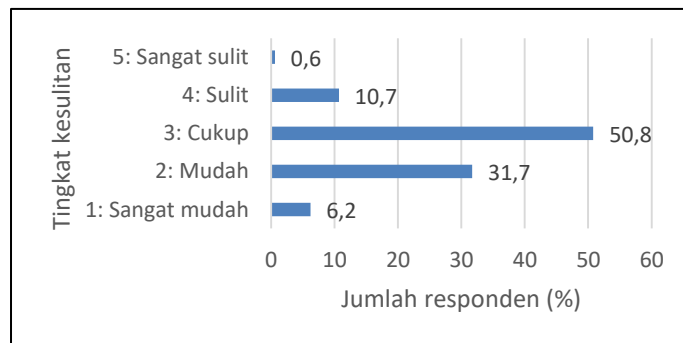
test bersifat tidak normal. Uji homogenitasnya menunjukkan

distribusi setiap tipe pasangan data *pre-test dan post-test* terkait bersifat homogen. Uji signifikansi dengan uji *Wilcoxon* tampak memverifikasi bahwa hipotesa *H₀* ditolak

(Sugiyono, 2015). Artinya hasil belajar kelas eksperimen, setelah dan sebelum perlakuan adalah berbeda secara signifikan, seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Statistika Data Hasil Belajar

Tipe data	Uji normalitas			Uji homogenitas			Uji signifikansi		
	χ^2_{hit}	χ^2_{tab}	Ket.	F _{hit}	F _{tab}	Ket.	A. Sig.	α	Ket.
<i>Pre-test</i> konsep	31.00	11.07	Tidak	1.32	6.26	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-test</i> konsep	23.00	9.49	Tidak						
<i>Pre-laporan</i> T1	8.00	25.00	Normal	1.08	2.53	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T1	8.25	22.36	Normal						
<i>Pre-laporan</i> T2	22.5	14.07	Tidak	3.17	8.88	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T2	6.75	7.81	Normal						
<i>Pre-laporan</i> T3	6.25	26.30	Normal	1.26	2.39	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T3	15.00	25.00	Normal						
<i>Pre-laporan</i> T4	22.75	11.07	Tidak	1.29	4.70	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T4	37.75	11.68	Tidak						
<i>Pre-laporan</i> T5	11.31	12.59	Normal	1.70	4.00	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T5	19.19	21.03	Normal						
<i>Pre-laporan</i> T6	14.69	15.51	Normal	1.09	4.15	Homogen	.012	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i> T6	20.06	12.59	Tidak						
<i>Pre-laporan</i>	5.50	36.42	Normal	1.06	2.00	Homogen	.000	.050	<i>H₀</i> ditolak
<i>Post-laporan</i>	7.00	35.17	Normal						



Gambar 4. Persepsi Tingkat Kesulitan Konsep

Terkait temuan pertama, ada juga temuan perihal persepsi tingkat kesulitan mahasiswa mempelajari konsep dalam praktikum hukum Boyle, dimana responden memberi

rerata skor 2.68 dalam kategori antara mudah dan cukup, seperti ditunjukkan oleh Gambar 4.

Khusus perihal persepsi tingkat kesulitan terhadap tiap tipe konsep

yang dipelajari dalam praktikum mahasiswa, konsep tersulit adalah K6, hukum Boyle daring, ditunjukkan disusul K4, K5, K1 atau K2, K8, K10, oleh Tabel 2. Menurut persepsi K9, K3, dan termudah adalah K7.

Tabel 2. Persepsi Tingkat Kesulitan Setiap Konsep

Tipe konsep	Jumlah responden dengan tingkat kesulitan (%)					Rerata skor
	1	2	3	4	5	
K1	0.0	34.4	53.1	12.5	0.0	2.78
K2	3.1	18.8	75.0	3.1	0.0	2.78
K3	12.1	42.4	33.3	12.1	0.0	2.45
K4	5.9	20.6	58.8	14.7	0.0	2.82
K5	5.9	26.5	52.9	11.8	2.9	2.79
K6	0.0	27.3	54.5	15.2	3.0	2.94
K7	18.8	37.5	40.6	3.1	0.0	2.28
K8	3.0	30.3	54.5	12.1	0.0	2.76
K9	12.9	35.5	45.2	6.5	0.0	2.46
K10	0.0	43.8	40.6	15.6	0.0	2.72

Rerata peningkatan hasil belajar mahasiswa berdasarkan hasil tes pada Gambar 3 dan hasil kuesioner pada Gambar 4 menunjukkan suatu tendensi yang kontradiksi. Kategori peningkatan hasil belajar rendah namun persepsi tingkat kesulitan konsep mendekati cukup (bukan sulit atau sangat sulit). Karakteristik layanan perkuliahan virtual yang diberikan adalah mahasiswa dapat secara mudah mengakses fasilitas KBM (modul praktikum, video teori, dan video praktikum) dari *e-learning* kampus, *plus* 2 kali tatap muka virtual untuk diskusi (isi modul praktikum, isi video, dan kesulitan-kesulitan perkuliahan) berakibat mahasiswa merasakan bahwa perihal kebutuhan

kognitifnya terkait tugas-tugas praktikum sudah memadai. Disisi lain mahasiswa kurang menyadari perihal adanya tuntutan kegiatan metakognisi melalui kegiatan mandiri berupa *hand on* dan *mind on* terkait konsep-konsep implisit didalam modul praktikum. Karakteristik peserta didik sangat berdampak terhadap keberhasilan KBM daring (Dewi, 2020). Oleh karena 2 perihal ini yaitu kondisi pemenuhan tuntutan metakognisi dan karakteristik layanan KBM yang diberikan menyebabkan hasil yang kontradiktif antara *N-Gain* dan persepsi tingkat kesulitan konsep.

Dari Gambar 3 dan Tabel 1 tampak kategori *N-Gain* K3, K8, dan K10 adalah masing-masing tinggi dan

signifikan. Dari Tabel 2 tampak tingkat kesulitan ke-3 konsep ini dipersepsikan dalam urutan 5 termudah. Secara eksplisit pada modul praktikum tampak ada topik soal PG K3 dan K10 yaitu pada bagian tugas pendahuluan dan pertanyaan (pembahasan). Topik soal PG K8 adalah esensi kegiatan praktikum hukum Boyle. Ketika tekanan udara dalam pipa U dirubah melalui pengkondisian beberapa tipe perbedaan tinggi permukaan raksa pada kolom-kolom pipa U maka volume udara juga berubah dengan cara berbanding terbalik terhadap tekanan udara. Topik soal ini juga familiar bagi mahasiswa karena terkait turunan persamaan keadaan gas ideal. Fakta-fakta ini menyebabkan kategori *N-Gain* ke-3 tipe konsep tinggi dan tingkat kesulitan konsepnya dipersepsikan tidak sulit.

N-Gain konsep K1 dan K5 tergolong rendah dan dibawah 30% (Gambar 3) sedang kategori persepsi tingkat kesulitan konsepnya mendekati cukup, rerata skor dibawah 3.00 (Tabel 2). Tampak juga baik tingkat penguasaan konsep maupun

N-Gainnya untuk $K1 > K5$. Kategori ke-2 topik soal ini termasuk penerapan konsep fisika pada fenomena fisika di lapangan dan kontekstualnya tampak implisit dalam modul praktikum. Untuk menguasainya, perlu memiliki kesadaran perihal menggali konsep didalam konsep, melalui berpikir mendalam. Fakta ini menyebabkan *N-Gainnya* lebih rendah dibanding, baik dengan K3, K8, dan K10. Dilihat dari topik soal, kebutuhan level berpikir untuk $K1 < K5$. Pada K1, mahasiswa cukup menggali 1 pengetahuan dari 1 fenomena fisika. Pada K5, mahasiswa harus menggali 1 pengetahuan dari 1 perlakuan fisika dan 1 fenomena fisika. Ini berarti tingkat kesulitan untuk $K1 < K5$. Fakta ini menyebabkan penguasaan konsep dan *N-Gain* konsep untuk $K1 < K5$.

Penyebab perihal kegagalan peningkatan penguasaan konsep tipe K2, K4, K6, K7, dan K9, tanpa melihat perbedaan persepsi tingkat kesulitannya adalah rendahnya kesadaran mahasiswa dalam menggali pengetahuan implisit dari pengetahuan eksplisit pada modul praktikum. Rendahnya kemampuan

literasi mahasiswa juga diduga berkontribusi terhadap hasil belajar ini. Perolehan *N-Gain* K1 dan K4, keduanya terkait pembedaan (penelusuran) konsep teoritis dari suatu fenomena fisika. Perolehan *N-Gain* K6, K7, dan K8, ketiganya terkait penerapan konsep fisika dan konsep matematika pada suatu fenomena fisika. Keterampilan berpikir ideal untuk memenuhi tuntutan hasil belajar ini sulit diwujudkan hanya melalui KBM daring. Apalagi subjek penelitian adalah lulusan sekolah menengah paling terdampak COVID-19. Hampir 2 tahun ketika di tingkat sekolah menengah, mereka hanya memperoleh layanan KBM daring. Fakta-fakta ini mempersulit terwujudnya capaian hasil belajar ideal untuk K3, K6, dan K7.

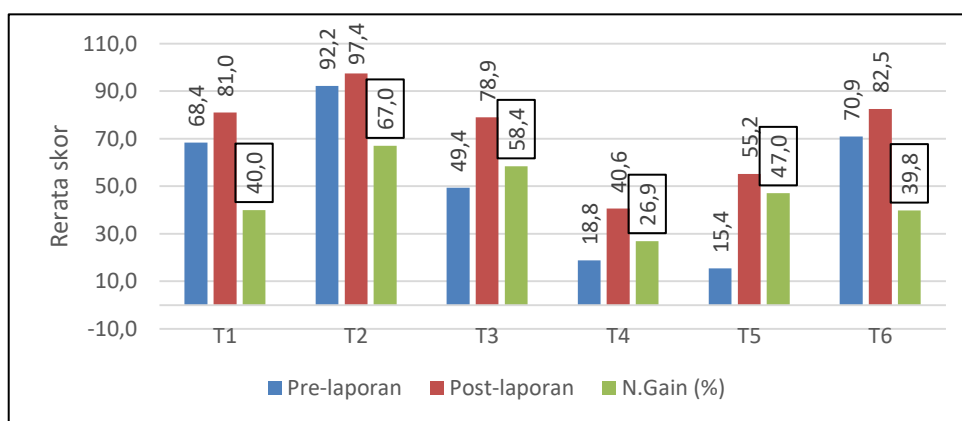
Pencapaian hasil belajar diatas juga terkait erat kualitas *e-learning* sedang berjalan (berlangsung) di setiap institusi pendidikan. Penerapan *e-learning* berdampak maksimal jika didukung oleh sistem dan infrastruktur berkualitas, institusi dan layanan berkualitas, informasi dan KBM berkualitas (Pangondian, 2019).

Di institusi tempat penelitian, regulasi perihal pemanfaatan sistem KBM *e-learning* belum ada, masih bersifat himbauan dan alternatif. Pemanfaatan *e-learning* dan inovasinya sangat dibutuhkan selaras tuntutan era revolusi industri 4.0. Namun pemenuhan hal-hal mendasar, seperti sistem dan infrastruktur berkualitas, institusi dan layanan berkualitas harus dilakukan lebih dahulu. Agar ke-3 dimensi tersebut menjadi berkualitas perlu dibuat regulasi perihal pemanfaatan *e-learning* yang bersifat mengikat bagi semua pihak.

Temuan ke-2 perihal kemampuan mengerjakan laporan ditunjukkan oleh Gambar 5. Tampak dari 6 tipe tugas-tugas praktikum, peningkatan tertinggi terjadi pada T2 (kategori tinggi), disusul T3 (kategori sedang), T5 (kategori sedang), T1 (kategori sedang), T6 (kategori sedang), dan terendah T4 (kategori rendah), Secara keseluruhan, mahasiswa memperoleh rerata skor 58.27 untuk sebelum remediasi dan 75.02 untuk setelah remediasi, dengan *N-Gain* sebesar 42% termasuk kategori sedang (Coletta, 2020).

Uji statistika ke-14 tipe data tugas praktikum tampak 4 tipe data terdistribusi tidak normal, yaitu *pre*-laporan T2, *pre*-laporan T4 dan *post*-laporan T4, dan *post*-laporan T6. Distribusi setiap tipe pasangan data *pre*-laporan dan *post*-laporan tampak 100% homogen. Sesuai uji persyaratan, hanya 3 tipe pasangan

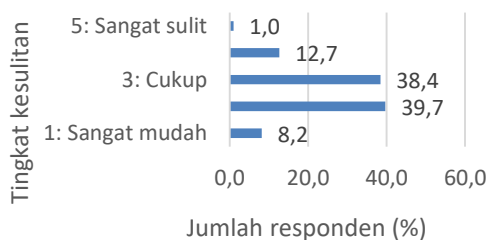
data mendapat uji *Wilcoxon*, sisanya uji *T*. Pada $\alpha = 5\%$, hasil uji signifikansi menunjukkan bahwa setiap tipe pasangan data menolak hipotesa *H₀*, termasuk pasangan rerata skor laporan, sebelum dan setelah remediasi seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.



Gambar 5. Kemampuan Mengerjakan Laporan Praktikum

Ket.:

- | | | |
|-------------------------|----------------------|-------------------|
| T1: Tugas pendahuluan | T3: Pembahasan | T5: Kesimpulan |
| T2: Data dan pengamatan | T4: Sumber kesalahan | T6: Pustaka acuan |



Gambar 6. Tingkat Kesulitan Tugas Praktikum

Terkait temuan ke-2, perihal persepsi tingkat kesulitan mahasiswa dalam mempelajari modul praktikum

dan mengerjakan tugas-tugas selama mengikuti KBM praktikum, menunjukkan bahwa rerata responden memberi rerata skor 2.58 dalam kategori antara mudah dan cukup, seperti ditunjukkan oleh Gambar 6.

Perihal persepsi tingkat kesulitan mahasiswa terhadap ke-6 tipe tugas praktikum atau dalam memanfaatkan modul praktikum untuk KBM, ditunjukkan oleh Tabel 3. Menurut

persepsi mahasiswa, tipe tugas laporan paling sulit adalah T4, disusul T3, T1, T5, T6, dan paling mudah adalah T2. Perihal dampak penerapan remediasi praktikum hukum Boyle daring tampak telah mampu meningkatkan kemampuan mengerjakan laporan mahasiswa secara signifikan namun belum mencapai kategori tinggi, seperti ditunjukkan oleh Gambar 5 dan Tabel 1. Ini selaras dengan hasil kuesioner

perihal tingkat kesulitan tugas-tugas praktikum dimana rerata mahasiswa mempersepsikan pada tingkat kesulitan yang rendah, kategori dibawah cukup (rerata skor < 3). Penyediaan fasilitas virtual melalui *e-learning* kampus dan penerapan aplikasi *google classroom* turut berkontribusi dan berperan positif dalam membantu mahasiswa belajar dan bekerja terkait tuntutan tugas-tugas praktikum yang harus dipenuhi.

Tabel 3. Persepsi Tingkat Kesulitan Setiap Tipe Tugas Laporan

Tipe tugas	Jumlah responden dengan tingkat kesulitan (%)					Rerata skor
	1	2	3	4	5	
T1	0.0	43.8	40.6	15.6	0.0	2.72
T2	28.1	46.9	21.9	3.1	0.0	2.00
T3	0.0	29.4	55.9	11.8	2.9	2.88
T4	0.0	21.2	39.4	36.4	3.0	3.21
T5	0.0	39.4	54.5	6.1	0.0	2.67
T6	21.2	57.6	18.2	3.0	0.0	2.03

Dari heterogenitas hasil belajar tipe ini tampak tipe T4 dianggap sebagai bagian tugas tersulit (Tabel 3) seperti terverifikasi dari perolehan *N-Gain* paling rendah (Gambar 5). Kemampuan mengerjakan T4 adalah kemampuan berpikir komprehensif melalui penelusuran faktor-faktor berpengaruh negatif terhadap hasil akhir praktikum sesuai tujuan praktikum. Faktor-faktor tersebut dapat bersumber dari metode, alat dan

bahan, dan lingkungan. Indikator pencapaian T4 adalah mahasiswa mampu mengelaborasi berbagai konsep (besaran) fisika terkait, lalu memaparkan secara terperinci, jelas, sesuai dalil, azas, hukum, dan konsep fisika. Jika dikaitkan taksonomi Bloom, level berpikir ini termasuk kemampuan mengevaluasi yaitu level tertinggi ke-2, dibawah kemampuan mengkreasi konsep (Sivaraman, 2015). Kemampuan berpikir

mahasiswa tingkat I tendensinya sulit berlevel ini, apalagi mengkreasi konsep. Terlebih KBM pada masa lalu subjek penelitian, berlangsung dalam masa pandemi COVID-19 yang berkepanjangan.

Untuk tipe tugas T2, dari Gambar 5 tampak rerata capaian *N-Gain* mahasiswa adalah terbesar dengan kategori tinggi. Didukung hasil kuesioner Tabel 3 tampak tingkat kesulitan T2 pada rerata skor paling rendah (termudah). Perihal T2, bukan hanya terkait pekerjaan menulis saja, seperti diterapkan dalam KBM ini. Namun harus dipandang sebagai pekerjaan berbasis keterampilan berpikir meliputi mengetahui asal-usul data, kemanfaatan data, kelengkapan dan kelogisan/kevalidan data, dan mengkonversi satuan besaran fisika sebagai data. Tipe T2 pada umumnya tersusun atas variabel bebas, variabel terikat, dan beberapa konstanta fisika pendukung. Dipandu keterampilan berpikir diatas maka diperoleh 3 tipe penyusun T2 secara lengkap. Melalui penekanan ketika interaksi virtual ke-2 berlangsung, tuntutan T2 mudah dipenuhi oleh mahasiswa, dengan kondisi

kemampuan awal T2 mahasiswa sudah berlevel sangat baik.

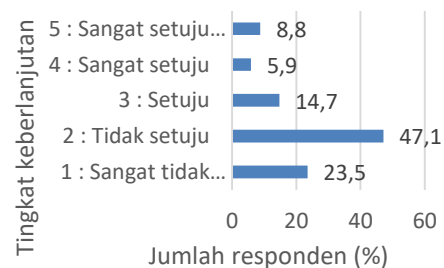
Tipe T1 ditujukan untuk mengkondisikan mahasiswa berpengetahuan awal perihal konsep hukum Boyle, sebagai prasyarat mengikuti KBM praktikum. Tipe T3 ditujukan untuk mengkondisikan mahasiswa berpengetahuan akhir perihal konsep hukum Boyle melalui penerapan keterampilan proses sains (KPS) sesuai tujuan praktikum. KPS dalam tipe ini menuntut mahasiswa bernalar, membangun konsep, bertindak efektif dan efisien dalam mengkomunikasikan konsep yang telah dibangun berdasarkan 5 pertanyaan dalam modul dan data praktikum hukum Boyle (Nugraha, 2017; Elvanisi, 2018).

Baik tipe T1 dan T3 ini terkait erat topik soal PG K6, K7, K9 dan K10. Fakta menunjukkan rerata skor *N-Gain* ke-2 tugas ini sudah mencapai kategori sedang (Gambar 5) dan rerata skor persepsinya-pun sudah mencapai 2.80, namun kategori rerata skor *N-Gain* K6, K7, dan K9 (Gambar 3) adalah gagal. Fakta ini terjadi karena perbedaan karakteristik waktu ketika instrumen evaluasinya

dikerjakan. Pekerjaan terkait tipe T1 dan T3 mempunyai alokasi waktu lebih longgar dan peluang kecurangan sangat tinggi. Namun pekerjaan terkait tipe K6, K7, dan K9 dilaksanakan dalam waktu terbatas dan peluang kecurangan minimal. Terkait fakta rerata skor *N-Gain* K10 terjadi karena frekuensi kemunculan dan kemiripannya berulang dengan deskripsi eksplisit pada bagian modul praktikum yaitu pada T1 dan T3.

Tipe T5 ditujukan untuk menguji keterampilan berpikir mahasiswa dalam menyusun kesimpulan berdasarkan data praktikum, hasil pengamatan, hasil perhitungan dan hasil analisisnya, dengan merujuk kepada tujuan praktikum. Melalui remediasi tampak rerata skor T5 meningkat tajam sehingga mencapai rerata skor *N-Gain* kategori sedang (Gambar 5). Akibatnya persepsi tingkat kesulitan tampak positif, dimana T5 mencapai urutan ke 3 termudah (Tabel 3). Kegiatan remediasi melalui penekanan-penekanan perihal pemenuhan tuntutan T5 telah berdampak dan mendapat perhatian cukup baik oleh mahasiswa.

Tipe T6 ditujukan untuk melihat kemampuan literasi ilmiah mahasiswa terkait konsep-konsep yang dipelajari dalam praktikum hukum Boyle. Tuntutan tipe T6 tidak rumit, sepanjang mahasiswa ada minat dan motivasi menulis referensi yang telah dipelajari, telah digunakan, dan terkait praktikum hukum Boyle. Tampak mahasiswa tidak merasa kesulitan dalam memenuhi tuntutan T6 sehingga dipersepsikannya pada urutan termudah ke-2 (Tabel 3) dan diperolehnya rerata skor *N-Gain* pada kategori sedang (Gambar 5).



Gambar 7. Tingkat Keberlangsungan Metode

Secara keseluruhan, tampak keberhasilan peningkatan kemampuan mengerjakan laporan mahasiswa akibat penerapan remediasi tidak diikuti oleh peningkatan penguasaan konsep hukum Boyle seperti diharapkan. Seperti telah dijelaskan diatas, fakta ini terkait adanya

perbedaan kuantitas waktu dan ada-tidaknya kesempatan melakukan kecurangan ketika mengerjakan instrumen evaluasi ke-2 tipe hasil belajar tersebut. Kualitas cara belajar ketika mengerjakan tugas praktikum diragukan sesuai standar ilmiah yang berlaku. Mengacu kepada 2 tujuan praktikum hukum Boyle (1: *menentukan tekanan udara luar menggunakan prinsip hukum Boyle untuk gas dalam pipa U dan 2: menentukan jumlah mol gas dalam ruang tertutup*), tampak bahwa penerapan praktikum hukum Boyle daring yang telah didesain berdampak lebih optimal pada sisi peningkatan kemampuan mengerjakan laporan praktikum hukum Boyle, namun belum optimal pada sisi peningkatan penguasaan konsep topik hukum Boyle secara keseluruhan.

Rendahnya kategori peningkatan penguasaan konsep hukum Boyle oleh mahasiswa tampak tidak bisa dipisahkan dari pengaruh KBM masa lalu subjek penelitian. Ini diverifikasi oleh temuan ke-3 perihal persepsi keberlanjutan penggunaan metode praktikum hukum Boyle daring di masa depan. Responden memberikan

rerata skor 2.29 dengan rincian yaitu 70.6% responden menolak, 14.7% responden netral, dan 14.7% responden menyetujui, seperti ditunjukkan oleh Gambar 7. Fakta ini menunjukkan adanya suatu hambatan besar ketika metode praktikum hukum Boyle daring dilaksanakan di lapangan. KBM daring terlalu lama dipastikan menimbulkan kejenuhan dan kebosanan peserta didik (Komarudin, 2020). Ditambah KBM daring untuk semua mata kuliah dan beban tugas mata kuliah berlebihan (Livana, 2020; Anggraini, 2018) menambah kejenuhan mahasiswa sehingga bermuara pada peningkatan hasil belajar subjek penelitian.

Kategori peningkatan penguasaan konsep hukum Boyle yang rendah dalam penelitian ini tampak juga terkait atau karena tipe KBM yang melibatkan penerapan konsep fisika dan konsep matematika secara bersama-sama pada suatu fenomena tertentu. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ada tendensi dimana peserta didik lebih memakai pendekatan konsep matematis dibanding fisika ketika menyelesaikan soal pemecahan masalah

(Kusumawati, 2015). Kondisi ini terkait tradisi KBM fisika konvensional di lapangan dimana mayoritas materi disajikan dalam representasi matematis, jarang dengan representasi verbal, grafik, dan gambar. Ini berdampak pada rendahnya keterampilan belajar mahasiswa ketika harus menguasai konsep fisika sedang dipelajari.

Disisi lain KBM fisika melibatkan perhitungan (matematika) termasuk salah satu kesulitan bagi pengajar dan peserta didik ketika dilaksanakan melalui KBM daring (Mahardini, 2020). Hal ini juga terjadi pada penelitian ini sehingga berdampak pada kategori peningkatan konsep hukum Boyle keseluruhan masih rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penerapan metode praktikum hukum Boyle daring berdampak mampu meningkatkan penguasaan konsep secara signifikan pada kategori rendah dan mampu meningkatkan kemampuan mengerjakan laporan secara signifikan pada kategori sedang.

Kualitas dampak penerapan remediasi praktikum hukum Boyle daring pada kemampuan mengerjakan laporan tidak mampu berkontribusi secara nyata (langsung) pada peningkatan penguasaan konsep mahasiswa.

Peningkatan penguasaan konsep tertinggi terjadi pada tipe konsep K3, disusul oleh tipe konsep K10, K8, K1, K5, K9, K4, K6, K7, dan terendah pada tipe konsep K2. Peningkatan kemampuan mengerjakan laporan tertinggi terjadi pada tipe tugas T2, disusul oleh tipe tugas T3, T5, T1, T6, dan terendah pada tipe tugas T4.

Persepsi tingkat kesulitan konsep setelah mengikuti praktikum hukum Boyle daring ada diantara kategori mudah dan cukup atau lebih mendekati cukup, namun bukan sulit. Hal serupa juga terjadi perihal persepsi tingkat kesulitan mengerjakan tugas praktikum setelah mengikuti praktikum hukum Boyle daring.

Persepsi tingkat kesulitan konsep setelah mengikuti praktikum hukum Boyle daring tertinggi terjadi pada tipe konsep K6, disusul oleh K4, K5, K1 atau K2, K8, K10, K9, K3, dan terendah pada tipe konsep K7. Sedang

persepsi tingkat kesulitan tugas praktikum setelah mengikuti praktikum hukum Boyle daring tertinggi terjadi pada tipe tugas T4, disusul oleh tipe tugas T3, T1, T5, T6, dan terendah pada tipe tugas T2.

Saran

Untuk penelitian lanjutan lebih berkualitas dapat dibantu dengan teknologi canggih terutama dari sisi penyajian dan pengawasan ketika proses KBM dijalankan. Dari sisi penyajian agar digunakan kamera mobile sehingga *gestur* dosen tampak seperti KBM luring dimana peserta didik bisa melihat secara *real-time*. Dari sisi pengawasan agar mahasiswa dilatih dahulu menggunakan aplikasi *white-board include* didalam *Google Classroom* sehingga mahasiswa dapat dan lebih cepat memberi *feedback* ketika sesi latihan soal berlangsung, sambil diberikan bimbingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Barseli, M., Ifdil, I., & Fitria, L. (2020). Stress akademik akibat Covid-19. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 5(2), 95-99.
- Anggraini, D. V. (2018). Faktor Penyebab Stres Akademik pada Siswa (Studi Deskriptif pada Siswa Kelas 4 dan 5 SD Bentara Wacana Muntilan). Universitas Sanata Dharma.
- Coletta, V. P., & Steinert, J. J. (2020). Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010108.
- Dewantara, J. A., & Nurgiansah, T. H. (2021). Efektivitas Pembelajaran Daring di Masa Pandemi COVID 19 Bagi Mahasiswa Universitas PGRI Yogyakarta. *Jurnal basicedu*, 5(1), 367-375.
- Dewi, W. A. F. (2020). Dampak Covid-19 terhadap implementasi pembelajaran daring di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(1), 55-61.
- Dukhan, N. (2015, August). On the worldwide engineering students' meager performance in thermodynamics. In *Engineering Leaders Conference 2014 on Engineering Education* (Vol. 2015, No. 4, p. 17). Hamad bin Khalifa University Press (HBKU Press).
- Elvanisi, A., Hidayat, S., & Fadillah, E. N. (2018). Analisis keterampilan proses sains siswa sekolah menengah atas. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 4(2), 245-252.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (Vol. 7, p. 429). New York: McGraw-hill.

- Jalil, R. M. (2016). Kelayakan Media Alat Peraga Air Mancur Sederhana Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Materi Hukum Boyle. *PENSA E-JURNAL: PENDIDIKAN SAINS*, 4(03).
- Komarudin, K., & Prabowo, M. (2020). Persepsi siswa terhadap pembelajaran daring mata pelajaran pendidikan jasmani olahraga dan kesehatan pada masa pandemi Covid-19. *MAJORA: Majalah Ilmiah Olahraga*, 26(2), 56-66.
- Kusumawati, I., Marwoto, P., & Linuwih, S. (2015). Implementation multi representation and oral communication skills in Department of Physics Education on Elementary Physics II. *Journal of Materials Science and Engineering*, A 5 (1-2), 60-64.
- Livana, P. H., Mubin, M. F., & Basthomi, Y. (2020). " Learning Task" Attributable to Students' Stress During the Pandemic Covid-19. *Jurnal Ilmu Keperawatan Jiwa*, 3(2), 203-208.
- Mahardini, M. M. A. (2020). Analisis situasi penggunaan google classroom pada pembelajaran daring fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 215-224
- Marsden, E., & Torgerson, C. J. (2012). Single group, pre-and post-test research designs: Some methodological concerns. *Oxford Review of Education*, 38(5), 583-616.
- Nugraha, A. J., Suyitno, H., & Susilaningsih, E. (2017). Analisis kemampuan berpikir kritis ditinjau dari keterampilan proses sains dan motivasi belajar melalui model pbl. *Journal of Primary Education*, 6(1), 35-43.
- Pangondian, R. A., Santosa, P. I., & Nugroho, E. (2019, February). Faktor-faktor yang mempengaruhi kesuksesan pembelajaran daring dalam revolusi industri 4.0. *In Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS)* (Vol. 1, No. 1).
- Saepuzaman, D., Utari, S., & Nugraha, M. G. (2019, November). Development of basic physics experiment based on science process skills (SPS) to improve conceptual understanding of the preservice physics teachers on Boyle's law. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1280, No. 5, p. 052076). IOP Publishing.
- Sharif, S. M., Basiran, M. F., & Amon, N. (2021). Innovation in Teaching Methodology: Level of Student Acceptance of 'Boyles Law Apparatus' Teaching Aids in Thermodynamics Course. *ANP Journal of Social Science and Humanities*, 2(1), 46-54.
- Sivaraman, S. I., & Krishna, D. (2015). Blooms taxonomy– application in exam papers assessment. *Chemical Engineering (VITU)*, 12(12), 32.
- Sudrajat, J. (2020). Kompetensi guru di masa pandemi COVID-19. *Jurnal Riset Ekonomi Dan Bisnis*, 13(1), 100-110.
- Sugiyono, P. (2015). Metode penelitian kombinasi (mixed

methods). Bandung: Alfabeta, 28, 1-12.

Zulfitria, Z., Ansharullah, A., & Pratami, C. A. (2020, October). Pentingnya Peran Orang Tua

dalam Pendampingan Pembelajaran Daring di Masa Pandemi Covid-19. *In Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* (Vol. 1, No. 1).