

DOI: doi.org/10.21009/0305010404

PROFIL HASIL BELAJAR EKSPERIMEN RANGKAIAN RESISTOR MAHASISWA POLITEKNIK

I Gede Rasagama

Politeknik Negeri Bandung, Jl Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung, 40012

Email: igesagama@polban.ac.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui profil hasil belajar eksperimen rangkaian resistor (ERR) baik sebelum dan setelah rekondisi fasilitas utama pembelajaran (*job-sheet*). Hasil belajar tipe I meliputi kemampuan mengerjakan tugas pendahuluan, data pengamatan dan perhitungan, jawaban pertanyaan, sumber kesalahan, simpulan, dan daftar pustaka, sebelum dan setelah rekondisi *job-sheet*. Hasil belajar tipe II meliputi peningkatan pemahaman konsep rangkaian resistor (*N-Gain*) dan retensinya. Konsep tersebut meliputi tujuan eksperimen, *KCL*, *KVL*, Hukum Ohm, dan sifat rangkaian. Subjek penelitian adalah mahasiswa Kelas I Prodi Konservasi Energi D-IV POLBAN. Penelitian dilakukan dalam 5 tahap yaitu persiapan, pengambilan data, pengolahan dan analisis data, pembahasan, dan simpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa urutan hasil belajar tipe I dari tertinggi ke terendah, sebelum rekondisi *job-sheet* adalah data pengamatan dan perhitungan, tugas pendahuluan, jawaban pertanyaan, daftar pustaka, simpulan, dan sumber kesalahan. Setelah rekondisi *job-sheet*, hasil belajar tipe I tertinggi ke terendah adalah data pengamatan dan perhitungan, tugas pendahuluan, jawaban pertanyaan, sumber kesalahan, daftar pustaka, dan simpulan. Keseluruhan hasil belajar tipe I setelah rekondisi *job-sheet* lebih baik dibanding sebelum rekondisi *job-sheet*, dengan *N-Gain* 12%. *N-Gain* hasil belajar tipe II sebelum rekondisi *jobsheet*, tertinggi ke terendah adalah Hukum Ohm, sifat rangkaian, *KVL*, *KCL*, dan tujuan eksperimen. *N-Gain* hasil belajar tipe II setelah rekondisi *job-sheet*, tertinggi ke terendah adalah sifat rangkaian, tujuan eksperimen, Hukum Ohm, *KCL* dan *KVL*. Keseluruhan *N-Gain* hasil belajar tipe II sebelum rekondisi *jobsheet* 27%, dan setelah rekondisi *job-sheet* 25%. Pola retensi hasil belajar tipe I mirip seperti retensi hasil belajar tipe II, baik sebelum dan setelah rekondisi *job-sheet*, yang cenderung meningkat.

Kata-kata kunci: *Profil hasil belajar, eksperimen rangkaian resistor, mahasiswa politeknik.*

Abstract

The study aim is to determine the profile of learning outcomes of resistor circuits experiment (RCE), before and after reconditioning learning facilities (*job-sheet*). Component of learning outcomes of type I includes the ability to accomplish a task preliminary, observational data and calculations, questions answer, sources of error, conclusions, and a bibliography, before and after reconditioning *job-sheet*. Component of learning outcomes of type II includes increased understanding of resistor circuits concepts (*N-Gain*) and their retention. The concept includes the experiment goals, *KCL*, *KVL*, Ohm's Law, and the nature of circuits. The subjects were students of Class I Prodi Energy Conservation D-IV POLBAN. The research activities carried out consist of in five phases: preparation, data collecting, data processing and analysing, discussion and formulation of conclusions. The research result shows RCE before reconditioning *job-sheets* that gave the highest learning outcomes type I on observational data and calculations, followed by preliminary tasks, questions answer, a bibliography, conclusions, and the lowest was the source of error. After reconditioning *job-sheet*, the highest of learning outcomes type I happened at observational data and calculations, followed by preliminary tasks, question answers, sources of error, a bibliography, and the lowest is the conclusion. The overall learning outcomes of type I, after reconditioning *job-sheet*, is better than before reconditioning *job-sheet*, with *N-Gain* is 12%. *N-Gain* of learning outcomes of type II before reconditioning *job-sheet*, is the highest on Ohm's Law, the nature of circuit, *KVL*, *KCL*, and the lowest is on experimental purposes. *N-Gain* of learning outcomes of type II after reconditioning *job-sheet*, is the highest on the nature of circuit, the experiment purpose, Ohm's Law, *KCL* and the lowest is on the *KVL*. The overall *N-Gain* of learning outcomes of type II, before reconditioning *job-sheet* of 27% and after reconditioning *job-sheet* of 25%. Retention of learning outcomes of type I has the same pattern as type II, both before and after reconditioning *job-sheet*, which is likely to increase.

Keywords: *Profile of learning outcomes, resistor circuits experiment, polytechnic students.*

1. Pendahuluan

Dalam Permen Ristek Dikti No 44 Tahun 2015 disebutkan bahwa setiap penyelenggara pendidikan tinggi dituntut melaksanakan penilaian terhadap proses dan hasil belajar mahasiswa dalam memenuhi capaian pembelajaran lulusan. Fisika Terapan sebagai Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) di Jurusan Rekayasa POLBAN berperan penting membentuk lulusan dengan pemenuhan capaian pembelajaran tiap prodi. Sejuahmana peran tersebut telah dilaksanakan, sangatlah perlu dilakukan penilaian proses dan produk belajar baik di kelas dan laboratorium.

Banyak dibicarakan bahwa eksperimen mampu mengarahkan pembelajaran pada verifikasi kognitif, sekaligus meng-*create* skill mahasiswa. Mahasiswa juga dapat belajar cara berpikir prihal mengelola data, fakta, kejadian, proses, gejala, dan fenomena, lalu dianalisis untuk kepentingan verifikasi tersebut.

Di sisi lain konsep rangkaian resistor (*RR*) sebagai konsep terpadu tampak banyak mengandung konsep penting untuk memahami masalah listrik dinamis seperti Hukum Kirchoff I (*KCL*), Hukum Kirchoff II (*KVL*), Hukum Ohm, hambatan ekuivalen, energi dan daya listrik, loop, dll. Konsep ini juga bermanfaat untuk memahami konsep konversi berbagai bentuk energi (terbarukan) ke energi listrik, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Konservasi Energi POLBAN.

Profil hasil belajar mahasiswa sesudah mengikuti Eksperimen Rangkaian Resistor (*ERR*) dapat dikaji melalui 2 aspek. Pertama melalui aspek yang ada pada *job-sheet RR* mahasiswa, yang selama ini sudah diterapkan di *POLBAN (JRRP)*. Analisis dilakukan pada isi tiap komponen *job-sheet* yang dikumpulkan mahasiswa meliputi: tugas pendahuluan, data pengamatan dan perhitungan, jawaban pertanyaan, sumber kesalahan, simpulan, dan daftar pustaka. Selanjutnya aspek ini disebut hasil belajar tipe I.

Kedua melalui aspek pendamping yang ditetapkan oleh dosen/peneliti untuk mengetahui capaian pemahaman konsep mahasiswa dan peningkatannya. Analisis melalui hasil tes sebelum (tes awal) dan setelah (tes akhir) *ERR*. Karakteristik soal kedua tes disusun sama sehingga peningkatannya atau normalisasi gain (*N-Gain*) dapat diukur. Adapun konsep tersebut adalah tujuan *ERR*, *KCL*, *KVL*, Hukum Ohm, dan sifat rangkaian, selanjutnya disebut hasil belajar tipe II.

Komponen hasil belajar tipe I antara lain: (i) menyelesaikan tugas pendahuluan berupa menjawab pertanyaan terkait landasan teori; (ii) menyusun data pengamatan dan melaksanakan perhitungan; (iii) menyusun jawaban pertanyaan terkait data pengamatan, hasil perhitungan, dan konsep fisika didalam *ERR*; (iv) menentukan sumber kesalahan berdasarkan penyimpangan konsep yang terjadi dan hasil analisis situasi/kondisi, fakta, fenomena dan gejala selama *ERR*; (v) menarik simpulan dari hasil analisis dengan fokus

pada tujuan; dan (vi) menyusun daftar pustaka/referensi sebagai media sumber belajar.

Komponen hasil belajar tipe II antara lain: (i) menjelaskan tujuan *ERR*, yaitu: (a) mengamati keberlakuan Hukum Kirchoff untuk arus dan Hukum Kirchoff untuk tegangan listrik pada rangkaian tertutup arus searah yang terdiri dari sumber tegangan dan beberapa resistor, dan (b) menentukan resistansi listrik resistor menggunakan amperemeter dan voltmeter baik resistor tunggal, resistor pada rangkaian seri, resistor pada rangkaian parallel, maupun resistor pada rangkaian kombinasi); (ii) menjelaskan *KCL* yaitu jumlah arus masuk sama besar jumlah arus keluar pada titik simpul rangkaian; (iii) menjelaskan *KVL* yaitu jumlah aljabar gaya gerak listrik sumber dan jumlah aljabar penurunan tegangan pada tiap hambatan listrik dalam loop adalah nol; (iv) menjelaskan Hukum Ohm yaitu hubungan kesebandingan antara beda potensial yang diterapkan pada ujung-ujung penghantar dengan arus listrik yang dihasilkan, dimana hubungan keduanya ditentukan oleh konstanta perbandingan yang disebut hambatan listrik; dan (v) menentukan sifat rangkaian yaitu mengkomparasi besar tegangan dan arus listrik pada tiap resistor susunan seri dan paralel.

Produk pengukuran hasil belajar tipe I adalah deskripsi capaian pemahaman konsep mahasiswa per butir dan seluruh komponen instrumen *job-sheet*. Produk lainnya adalah peningkatan capaian pemahaman konsep dari penerapan *JRRP* sebelum dan setelah rekondisi. Sedangkan hasil belajar tipe II, disamping deskripsi pemahaman konsep, juga berupa peningkatan pemahaman konsep mahasiswa per butir dan seluruh komponen instrumen tes, baik antara tes awal dengan tes akhir dan sebelum dengan setelah rekondisi *JRRP*.

Kedua produk pengukuran ini menjadi bahan menyusun rekomendasi KBM. Ini sangat urgen dan selaras dengan apa yang telah dilakukan oleh banyak peneliti dalam beberapa dekade terakhir ini, dalam upaya mencapai salah satu tujuan penting pembelajaran fisika, yaitu mengantarkan mahasiswa untuk memahami secara mendalam konsep-konsep dasar fisika sehingga mampu menerapkannya untuk memecahkan masalah-masalah yang timbul baik dalam dunia kerja, keluarga, masyarakat dan negara [5].

2. Metode Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa Kelas I Prodi Konservasi Energi D-IV POLBAN. Tempat penelitian di POLBAN. Instrumen penelitian meliputi *JRRP*, form indikator hasil belajar, dan soal uraian. Penelitian dibagi dalam 5 tahap kegiatan besar. Tahap I adalah persiapan, antara lain: studi literatur profil hasil belajar *ERR*, analisis indikator hasil belajar tipe I yang implisit dalam *JRRP*, dan rekondisi *JRRP* dengan menambah penjelasan pada beberapa komponen *JRRP*, analisis indikator hasil belajar tipe II, dan menyusun soal uraian untuk tes awal dan tes akhir.

Tahap II adalah pengambilan data selama KBM paruh semester pertama. Untuk kegiatan ini, KBM dikondisikan menjadi 2 *shift*. Dalam *shift* pertama diterapkan *JRRP* sebelum rekondisi pada 4 kelompok mahasiswa pertama, selama 4 minggu. Pada *shift* kedua diterapkan *JRRP* setelah rekondisi pada 4 kelompok mahasiswa terakhir, selama 4 minggu. Pada awal KBM setiap kelompok mahasiswa mengikuti tes awal, pada setiap akhir KBM setiap kelompok mahasiswa mengumpulkan *JRRP* yang dikerjakan. Pada setiap akhir *shift*, 4 kelompok mahasiswa secara bersama-sama mengikuti tes akhir sehingga antar kelompok mahasiswa ada perbedaan retensi konsep.

Tahap III adalah pengolahan dan analisis data. Pengolahan data diawali dengan melakukan penilaian pekerjaan setiap mahasiswa berupa isian *JRRP* sebelum dan setelah rekondisi, hasil tes awal, dan hasil tes akhir. Pedoman penilaian memakai indikator hasil belajar yang telah dirumuskan. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk hasil belajar tipe I sehingga diketahui capaian hasil belajar, baik untuk *JRRP* sebelum dan sesudah rekondisi, serta peningkatan capaian hasil belajar antara penerapan *JRRP* sebelum dan sesudah rekondisi. Analisis data untuk hasil belajar tipe II diarahkan untuk melihat, antara lain: (i) peningkatan capaian hasil belajar antara tes awal dan tes akhir, dan (ii) peningkatan capaian hasil belajar dari KBM yang menerapkan *JRRP* sebelum ke sesudah rekondisi. Pada tahap ini juga dilakukan analisis keragaman isi *JRRP* antar individu dalam kelompok dan kualitas pemahaman konsep kelompok mahasiswa dalam *JRRP*. Untuk maksud ini disampling 1 kelompok mahasiswa saja.

Persentase capaian hasil belajar baik tipe I dan II dihitung dengan:

$$N = \frac{X}{X_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

dimana:

- N : persentase capaian hasil belajar
- X : skor tiap komponen mahasiswa
- X_{total} : skor total tiap komponen

Peningkatan persentase capaian hasil belajar tipe I dan II, dari KBM yang menerapkan *JRRP* sebelum rekondisi ke KBM yang menerapkan *JRRP* sesudah rekondisi, dihitung dengan menerapkan persamaan normalisasi *gain* atau *N-Gain* [2] yaitu:

$$N - Gain = \frac{(X_{tes\ awal} - X_{tes\ akhir})}{(X_{maximum} - X_{tes\ awal})} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

- $X_{tes\ awal}$: skor tes awal mahasiswa
- $X_{tes\ akhir}$: skor tes akhir mahasiswa
- $X_{maximum}$: skor tes maksimum mahasiswa

Kriteria *N-Gain* diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria *gain* ternormalisasi [1]

No.	<i>N-Gain</i> (%)	Kategori
1.	0 - 30	Rendah
2.	31 - 69	Sedang
3.	70 - 100	Tinggi

Analisis retensi hasil belajar tipe II dilakukan dengan melihat kecenderungan perolehan skor rerata *N-Gain* setiap kelompok mahasiswa berdasarkan kriteria perbedaan interval waktu antara pelaksanaan tes awal dan tes akhir. Dalam studi ini, satuan interval waktu pelaksanaan adalah minggu.

Tahap IV adalah pembahasan hasil analisis yang diperoleh pada tahap III. Pembahasan dengan metode deskriptif kualitatif, yaitu menyusun penjelasan ilmiah berdasarkan fakta, gejala, dan fenomena selama KBM, teori pendidikan, hakekat konsep implisit didalam komponen hasil belajar, hakekat konsep rangkaian resistor, serta penalaran ilmiah si-peneliti selaku instrumen utama kegiatan penelitian.

Tahap V yaitu penarikan simpulan penelitian. Tahap ini dilakukan dengan melihat hasil analisis secara keseluruhan dengan memperhatikan atau merujuk kepada tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil studi literatur dan analisis hasil belajar diperoleh indikator hasil belajar seperti terlihat di Tabel 2 dan Tabel 3. Indikator hasil belajar tipe I memuat konten antara lain: (i) Tugas pendahuluan memuat landasan teori atau struktur kognitif awal yang harus dibangun mahasiswa sebelum mengikuti ERR; (ii) Data pengamatan dan perhitungan memuat *skill* mahasiswa mengelola data dan menerapkan konsep berbasis data; (iii) Jawaban pertanyaan memuat *skill* mahasiswa menganalisis perilaku kecenderungan data dan hasil perhitungan, berbasis struktur kognitif awal yang sudah dibangun; (iv) Sumber kesalahan memuat *skill* mahasiswa menganalisis penyebab penyimpangan hasil pengamatan dan perhitungan dari kriteria atau konsep fisika yang berlaku; (v) Simpulan memuat *skill* mahasiswa membangun ringkasan proses dan produk kegiatan berbasis tujuan kegiatan; dan (vi) Daftar pustaka memuat *skill* mahasiswa dalam menulis referensi ilmiah (buku, jurnal, dll) sebagai sumber belajar sesuai kaidah yang berlaku.

Tabel 2. Indikator tiap komponen hasil belajar tipe I.

No.	Komponen hasil belajar	Indikator hasil belajar didalam JRRP	Skor maks
1.	Tugas pendahuluan	Setiap soal dijawab dengan kriteria: – Ada bagan rangkaian seri, paralel, dan kombinasi dilengkapi tata letak Ampermeter dan Voltmeter secara benar, serta dilengkapi tanda polaritas pada setiap alat ukur. – Ada perhitungan hambatan pengganti baik susunan seri, paralel dan kombinasi yang dilengkapi rumus, input data, nilai akhir perhitungan dan satuan besaran. – Jawaban dilengkapi dengan rumus, penjelasan simbol, penjelasan keterkaitan antar besaran Hukum Ohm, dan penjelasan dampak perubahan suhu terhadap keberlakuan hukum Ohm. – Jawaban dilengkapi gambar, persamaan hasil penerapan KCL dan KVL pada rangkaian seri, paralel, dan kombinasi.	20
2.	Data pengamatan dan perhitungan	– Data ruang (jam, suhu, dan tekanan udara), sebelum dan sesudah kegiatan dicatat dengan benar. Ketidaktelitiannya ditulis dengan kaidah yang berlaku. – Setiap sel tabel diisi lengkap dengan hasil pengamatan dan perhitungan berbasis konsep baik berupa nilai dan satuan besaran fisika.	25
3.	Jawaban pertanyaan	– Setiap jawaban dilengkapi tabulasi data, karakteristik dan analisis kecenderungan data, penjelasan konsep dasar yang berlaku, serta ada pencantuman satuan pada setiap penulisan besaran fisika. – Khusus jawaban 5 juga dilengkapi dengan persamaan tegangan dan persamaan arus listrik sebagai hasil analisis kecenderungan data. – Khusus jawaban 6 juga dilengkapi dengan perhitungan hambatan total secara eksperimen dan secara teori.	20
4.	Sumber kesalahan	Dapat menyebutkan adanya sumber kesalahan yang terkait dengan: – Ketidakstabilan alat ukur dan sumber tegangan – Loss kontak sambungan kabel pada panel resistor, Ampermeter, Voltmeter, dan stop kontak. – Kesalahan paralaks pembacaan alat ukur – Perubahan kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, dan tekanan udara) selama pengamatan, berdampak pada kualitas pembacaan data oleh alat ukur. – Pengabaian hambatan listrik komponen rangkaian seperti alat ukur, kabel, saklar, dan sumber tegangan DC. – Toleransi hambatan resistor karena perubahan suhu (NTC, Ohmic & PTC). – Kalibrasi alat ukur.	10
5	Simpulan	Ada pernyataan terkait dengan: – Kecenderungan keberlakuan KVL dan KCL dalam rangkaian tertutup dengan susunan resistor seri, paralel, dan kombinasi. – Keberlakuan Hukum Ohm untuk perhitungan hambatan total secara eksperimen dan keberlakuan perhitungan hambatan total secara teori baik pada resistor susunan seri, paralel, dan kombinasi.	15
6	Daftar pustaka	– Penulisan memperhatikan tata letak nama, tahun, judul, penerbit, kota, dllnya. – Jumlah minimal 3 referensi (<i>tex books</i> , jurnal ilmiah, dll) untuk mencapai skor maksimum.	10

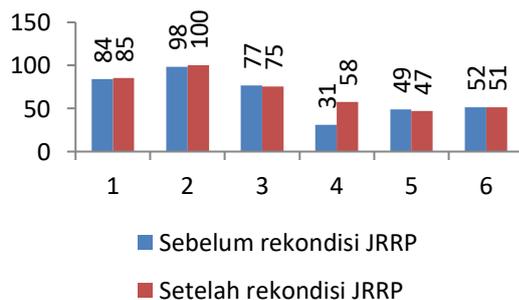
Untuk indikator hasil belajar tipe II pada Tabel 3, secara keseluruhan tampak sangat fokus pada pemahaman konsep-konsep dasar yang terkandung didalam konsep besar rangkaian resistor, seperti KCL, KVL, dan Hukum Ohm. Kualitas pemahaman mahasiswa terhadap konsep dasar ini, juga kualitas pemahaman mahasiswa terhadap konsep

pendukungnya seperti gaya gerak listrik (*ggl*), arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik secara tidak langsung akan berdampak terhadap kualitas hasil belajar tipe I. Ada korelasi sangat besar antara hasil belajar tipe II dengan hasil belajar tipe I yang terjadi pada setiap individu mahasiswa melalui Eksperimen Rangkaian Resistor.

Tabel 3. Indikator tiap komponen hasil belajar tipe II.

No	Komponen hasil belajar	Indikator hasil belajar dalam soal uraian	Skor maks
1.	Tujuan praktikum	Ada konsep seperti: (i) <i>KVL</i> , <i>KCL</i> , rangkaian listrik tertutup, arus searah, dan komponen rangkaian; dan (ii) penentuan hambatan listrik dengan hasil pengukuran voltmeter dan amperemeter dari resistor tunggal, seri, paralel dan kombinasi.	9
2.	<i>KCL</i>	Ada rumus, gambar beberapa arus masuk dan beberapa arus keluar pada simpul rangkaian, penyebutan konsep simpul dan penjelasan lain untuk rumus, simbol besaran, arus listrik positif atau negatif.	5
3	<i>KVL</i>	Ada rumus, gambar rangkaian, penyebutan konsep rangkaian tertutup (<i>loop</i>), dan penjelasan lainnya untuk rumus, simbol besaran, ggl positif atau negatif, penurunan tegangan pada hambatan baik yang positif atau negatif.	7
4	Hukum Ohm	Ada rumus, penjelasan hubungan antar besaran, dan simbol besaran.	4
5	Sifat rangkaian	Memilih 4 jawaban benar perihal 2 sifat rangkaian seri dan 2 sifat rangkaian paralel, terkait distribusi tegangan dan arus listrik pada setiap resistor.	4

Profil hasil belajar tipe I diperlihatkan pada Gambar 1. Tampak bahwa mahasiswa mempunyai capaian hasil belajar $\geq 75\%$ pada 3 komponen pertama dan capaian $\leq 58\%$ pada 3 komponen terakhir. Namun secara keseluruhan, capaian pemahaman mahasiswa sudah diatas 72%. Urutan capaiannya dari tertinggi ke terendah, sebelum rekondisi *JRRP* adalah data pengamatan dan perhitungan, tugas pendahuluan, jawaban pertanyaan, daftar pustaka, simpulan, dan sumber kesalahan. Untuk setelah rekondisi *JRRP* adalah data pengamatan dan perhitungan, tugas pendahuluan, jawaban pertanyaan, sumber kesalahan, daftar pustaka, dan simpulan



Gambar 1. Capaian (%) Hasil belajar tipe I

Keterangan:

- 1: Tugas pendahuluan
- 2: Data pengamatan dan perhitungan
- 3: Jawaban pertanyaan
- 4: Sumber kesalahan
- 5: Simpulan
- 6: Daftar pustaka

Dilihat dari *skill* dan tingkat kesulitan pekerjaan yang dibutuhkan untuk komponen data pengamatan dan perhitungan, seperti eksplisit di *JRRP* tergolong paling rendah dibanding komponen yang lain, sehingga urutan capaian komponen ini adalah tertinggi (99%). Didalam *job-sheet* telah tersedia tabel, untuk data pengamatan, mahasiswa bisa langsung menulis hasil pengamatan dan untuk

perhitungan, mahasiswa bisa langsung menerapkan rumus yang telah ditulis pada tiap sel. Pekerjaan dilakukan berkolaborasi sehingga ketika proses pengambilan data hanya satu mahasiswa menulis data, yang lain mengoperasikan alat dan membaca alat ukur. Hasil survey terhadap *job-sheet* yang dikumpulkan oleh satu kelompok mahasiswa tampak struktur dan isi adalah sama.

Capaian komponen tugas pendahuluan lebih tinggi dibanding jawaban pertanyaan menunjukkan bahwa *habits* mahasiswa dalam memperoleh pengetahuan lebih senang melalui teori langsung (membaca) dibanding eksperimen (data). *Skill* mahasiswa menjawab pertanyaan eksperimen lebih buruk dibanding pertanyaan teori. Tingginya skor kedua komponen ini ($\geq 75\%$) karena mahasiswa bekerja berkelompok dan memanfaatkan laporan sebelumnya sebagai sumber referensi.

Rendahnya capaian hasil belajar komponen sumber kesalahan dan simpulan menunjukkan bahwa *skill* berpikir mahasiswa dalam menganalisis sumber kesalahan dan merumuskan simpulan masih rendah. Tampak menganalisis sumber kesalahan lebih sulit dibanding merumuskan simpulan. Ini juga menunjukkan bahwa *ERR* tidak mampu membangkitkan ke-2 type *skill* ini dalam struktur kognitif mahasiswa. Fakta bagi komponen daftar pustaka dengan capaian $\leq 52\%$ menunjukkan bahwa rendahnya *habits* mahasiswa dalam memanfaatkan referensi ilmiah (buku, jurnal, dll) sebagai sumber belajar.

Capaian keseluruhan dampak *ERR* terhadap hasil belajar tipe I, baik untuk sebelum dan setelah rekondisi *JRRP* bagi hasil belajar mahasiswa adalah sebesar 73,5%. Indeks penilaiannya masuk katagori B, yaitu baik, sesuai standar akademik di POLBAN.

Rekondisi *JRRP* dalam riset ini hanya dilakukan pada 4 komponen terakhir. Penjelasan tambahan tersebut dalam rekondisi *JRRP* tampak hanya mampu memberi N-Gain positif pada komponen sumber kesalahan. Beberapa perolehan N-Gain negatif dan ini sangat perlu diketahui melalui riset berikutnya.

Namun secara keseluruhan N-Gain mahasiswa telah mencapai 12%. Artinya rekondisi *JRRP* mampu memberi peningkatan capaian hasil belajar, walaupun dalam katagori rendah.

Hasil analisis profil hasil belajar tipe I lainnya, khusus dilakukan untuk komponen *JRRP* jawaban pertanyaan. Berikut adalah konsep yang harus di-*create* mahasiswa terkait penyebab penyimpangan hasil eksperimen dengan teori, antara lain:

1. Jawaban pertanyaan ke-1 terkait penyimpangan antara tegangan sumber dan tegangan total yaitu:
(i) adanya disipasi energi listrik menjadi kalor pada setiap resistor yang dipasang seri, (ii) adanya keterbatasan kemampuan mengukur setiap voltmeter pada resistor dan tegangan sumber, (iii) adanya *loss* kontak antar kabel penghubung dengan komponen rangkaian, (iv) adanya tegangan sumber yang tidak stabil, (v) adanya pengabaian hambatan komponen rangkaian, dan (vi) adanya toleransi hambatan resistor terkait dengan perubahan suhu resistor. Terkait dengan profil hasil belajar ini, mahasiswa tidak mampu melihat dan menjelaskan fakta bahwa tegangan sumber selalu lebih besar dari tegangan total.
2. Jawaban pertanyaan ke-2 terkait penyimpangan hasil perhitungan hambatan total (pengganti) antara teoritis dan eksperimen. Perhitungan eksperimen berbasis Hukum Ohm. Hambatan pengganti resistor seri secara teori dihitung sebagai jumlah hambatan setiap resistor. Cara teori bersifat eksak dan sumber data adalah data tertulis pada alat dimana penetapannya oleh pabrik pada saat dibuat. Data ini belum pernah dikoreksi seiring pertambahan usia alat. Hambatan pengganti eksperimen dihitung dengan: (i) Cara pertama memakai Hukum Ohm berbasis data hasil pengukuran dua alat yaitu voltmeter tegangan sumber dan ampermeter arus sumber atau arus tiap resistor; dan (ii) Cara kedua memakai Hukum Ohm berbasis 3 alat ukur yaitu 2 voltmeter tegangan tiap resistor dan 1 ampermeter arus pada tiap resistor atau arus sumber. Ke-3 fakta ini tidak terungkap oleh semua mahasiswa sebagai alasan penyimpangan hasil teori dan eksperimen. Alasan lain seperti disebutkan sebagai alasan penyimpangan pada jawaban pertanyaan ke-1, juga tidak disebutkan oleh mahasiswa.
3. Jawaban pertanyaan ke-3 terkait penyimpangan hasil pengukuran arus sumber dengan hasil perhitungan arus total yang melalui dua resistor disusun paralel. Fakta menunjukkan arus sumber diukur dengan 1 ampermeter, arus total diukur dengan 2 ampermeter, dan ada kecenderungan arus sumber lebih besar dibanding arus total. Fakta ini tidak terungkap dari pekerjaan mahasiswa, termasuk alasan penyimpangan karena keterbatasan kemampuan ampermeter dalam mengukur arus listrik yang mengalir pada tiap resistor.
4. Jawaban pertanyaan ke-4 terkait penyimpangan hasil perhitungan hambatan total teoritis dan eksperimen untuk dua resistor susunan paralel. Cara eksperimen melalui penerapan Hukum Ohm. Fakta menunjukkan bahwa sumber data untuk perhitungan teori adalah data tertulis pada alat, dimana penetapannya pada saat alat dibuat dan ada pengabaian dampak pertambahan usia alat. Fakta lainnya cara teori tidak melibatkan pemakaian alat ukur namun cara eksperimen melibatkan 3 alat ukur, yaitu pengukuran tegangan sumber dengan 1 voltmeter dan pengukuran arus total melibatkan 2 ampermeter. Fakta ini tidak terungkap dari pekerjaan mahasiswa sebagai alasan penyimpangan hasil perhitungan antara hambatan total teoritis dengan hambatan total eksperimen.
5. Jawaban pertanyaan ke-5 terkait penyimpangan antara fakta dan teori perihal keberlakuan *KVL* dan *KCL* dalam rangkaian resistor disusun seri dan paralel (kombinasi). Prihal *KVL*, fakta menunjukkan tegangan sumber diukur dengan melibatkan satu voltmeter sedangkan tegangan total diukur dengan melibatkan dua voltmeter baik melalui resistor pertama-kedua maupun pertama-ketiga, dimana resistor kedua dan ketiga dipasang paralel. Oleh karena itu reliabilitas kondisi ketiga voltmeter tidak dapat dijamin sama. Fakta ini tidak terungkap dari pekerjaan mahasiswa sebagai penyebab penyimpangan keberlakuan *KVL*. Prihal *KCL*, fakta menunjukkan pengukuran arus masuk sebagai arus sumber atau arus resistor pertama melibatkan hanya satu ampermeter sedangkan pengukuran arus keluar meliputi distribusi arus resistor kedua dan ketiga melibatkan dua ampermeter. Tentu saja ketiga alat ukur ini tidak dijamin mempunyai reliabilitas yang sama. Fakta ini tidak terungkap didalam pekerjaan mahasiswa sebagai penyebab penyimpangan keberlakuan *KCL* pada rangkaian.
6. Jawaban pertanyaan ke-6 terkait penyimpangan perhitungan hambatan total teoritis dengan eksperimen untuk tiga resistor susunan kombinasi. Kedua tipe perhitungan ini memakai seperangkat resistor yang sama. Fakta menunjukkan bahwa perhitungan teoritis tidak melibatkan alat ukur dan sumber datanya adalah data tertulis pada alat (resistor). Data ini ditetapkan pada saat alat dibuat dan hingga kini belum pernah dikoreksi. Data untuk perhitungan eksperimen melibatkan data hasil pengukuran dua alat ukur yaitu 1 voltmeter dan 1 ampermeter. Fakta ini tidak terungkap dari pekerjaan mahasiswa sebagai penyebab penyimpangan hasil perhitungan teori dan eksperimen.

Berdasarkan jawaban pertanyaan ke-1 s.d. ke-6 dalam *JRRP* tampak mahasiswa belum bisa membaca kecenderungan data yang terjadi, apalagi menjelaskan/menganalisis penyebab kecenderungan tersebut. Mayoritas mahasiswa hanya melihat hasil perbandingan antara eksperimen dan teoritis secara kuantitatif saja. Fenomena terhadap penyimpangan hasil pada perhitungan berbasis data eksperimen terhadap teori cenderung membentuk struktur kognitif yang keliru. Kondisi ini tentu berbahaya bagi proses pembentukan konsep personal mahasiswa, khususnya bagi konsep *KCL* dan *KVL*.

Dalam kegiatan analisis keragaman dan kualitas isi job-sheet untuk salah satu kelompok mahasiswa, peneliti menemukan profil hasil belajar tipe I sbb:

1. Untuk jawaban tugas pendahuluan pertanyaan no 1: tiap individu membuat gambar rangkaian tanpa memuat voltmeter pengukur tegangan sumber, dan tiap individu membuat gambar rangkaian sedikit beragam, terkait tanda polaritas (yaitu: ada & tidak ada). Untuk jawaban pertanyaan no 2, 3, dan 4 mempunyai struktur, isi, urutan dan jumlah kata sama.
2. Untuk pengisian data pengamatan dan perhitungan, tampak penulisan data ruang setelah percobaan oleh tiap mahasiswa adalah sama, dan sebelum percobaan tampak oleh 3 mahasiswa sama namun 1 mahasiswa berbeda. Pengisian tiap sel tabel oleh tiap mahasiswa dengan item yang sama.
3. Untuk komponen jawaban pertanyaan dalam *jobsheet* tampak bahwa isi, struktur, urutan kata dalam kalimat antar individu dalam kelompok

sama, baik jawaban pertanyaan no 1, 2, 3, 4, 5, dan 6. Dalam komponen ini, tiap mahasiswa tidak mampu membaca kecenderungan data dan menghubungkannya dengan konsep fisika yang berlaku. Mahasiswa cenderung hanya menyebut teori secara langsung.

4. Untuk komponen sumber kesalahan, tampak jawaban setiap mahasiswa sama, baik isi, struktur kalimat, dan urutan butir. Kualitas jawaban untuk kelompok mahasiswa sudah sangat baik karena jumlah minimal tipe sumber kesalahan *ERR* bisa disebutkan.
5. Untuk komponen simpulan, tampak tiap mahasiswa memberikan konten yang sama, sudah berbasis tujuan percobaan walaupun belum sempurna.
6. Untuk komponen daftar pustaka, tampak tiap mahasiswa menulis isi sama. *Website* yang dicantumkan tidak dapat dipertanggung-jawabkan.

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa proses pengerjaan *job-sheet* oleh mahasiswa sebagai laporan kegiatan belum dilakukan mandiri dan hal ini sangat tidak diharapkan. Untuk itu masalah ini sangatlah perlu mendapat perhatian serius, baik oleh pihak dosen maupun pihak manajemen.

Capaian dan peningkatan capaian hasil belajar tiap komponen hasil belajar tipe II ditunjukkan pada Tabel 4. Tampak bahwa secara keseluruhan nilai tes akhir setelah rekondisi *JRRP* lebih tinggi dibanding sebelum rekondisi *JRRP* walaupun peningkatannya lebih rendah. Ini berarti ada dampak rekondisi *JRRP* bagi capaian pemahaman konsep namun tidak bagi peningkatan capaiannya.

Tabel 4. Capaian hasil belajar tipe II

No	Komponen hasil belajar	Sebelum rekondisi <i>JRRP</i>			Setelah rekondisi <i>JRRP</i>		
		T. awal	T. akhir	N-Gain (%)	T. awal	T. akhir	N-Gain (%)
1	Tujuan praktikum	56	58	4	53	71	37
2	<i>KCL</i>	55	64	21	51	60	18
3	<i>KVL</i>	25	42	22	37	46	14
4	Hukum Ohm	83	100	100	88	91	25
5	Sifat Rangkaian	62	92	80	81	89	42
6	Keseluruhan	53	66	27	58	68	25

Capaian tiap komponen hasil belajar tipe II setelah KBM *ERR* dengan memakai *JRRP* sebelum rekondisi, tampak urutan tertinggi ke terendah adalah Hukum Ohm, sifat rangkaian, *KCL*, tujuan praktikum, dan *KVL*. Capaiannya untuk *KVL* dan tujuan praktikum hanya ≤ 60 . Setelah rekondisi *JRRP* tampak tertinggi ke terendah adalah Hukum Ohm, sifat rangkaian, tujuan praktikum, *KCL*, dan *KVL*.

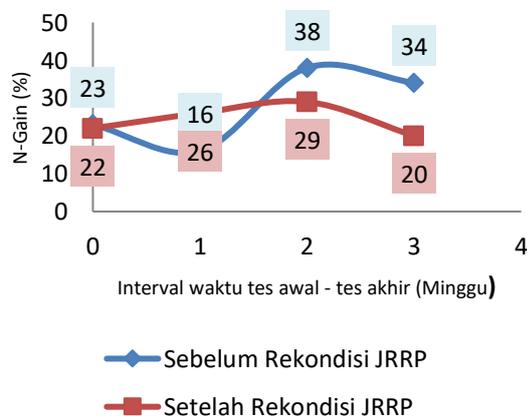
Pada kedua fasilitas pembelajaran ini tampak capaian pemahaman konsep *KVL* menjadi paling rendah. Ini disebabkan struktur kognitif konsep *KVL* paling rumit dan sulit dipahami oleh pebelajar, dibanding 4 konsep lainnya. Fakta ini selaras dengan hasil riset Ani Rusilowati [4] bahwa hasil tes

diagnostik siswa SMU di Kota Semarang terhadap konsep *KVL* perihal capaian profil materi siswa hanya 50% (katagori lemah), prasyarat pengetahuan siswa hanya 50% (katagori lemah), pengetahuan terstruktur siswa hanya 40% (katagori lemah), dan tujuan pembelajaran siswa juga 40% (katagori lemah). Untuk konsep Hukum Ohm mempunyai karakteristik sebaliknya sehingga dalam KBM ini, penerapan 2 fasilitas pembelajaran ini memberikan capaian hasil belajar paling tinggi.

Katagori peningkatan capaian tiap komponen hasil belajar tipe II sebelum dan setelah rekondisi *JRRP* tampak berbeda. Sebelum rekondisi, katagori N-Gain komponen Hukum Ohm dan Sifat Rangkaian

tergolong tinggi, namun untuk tujuan praktikum, *KCL*, dan *KVL* tergolong rendah. Setelah rekondisi, katagori *N-Gain* komponen tujuan praktikum dan sifat rangkaian tergolong sedang, namun untuk *KCL*, *KVL*, dan Hukum Ohm tergolong rendah. Ini berarti ada kecenderungan bahwa *JRRP* sebagai fasilitas utama pembelajaran kurang berdampak terhadap peningkatan konsep baik konsep *KVL* dan *KCL*. Oleh karena kedua konsep ini sangat penting bagi pemahaman konsep besar rangkaian listrik baik AC dan DC maka perlu dievaluasi proses pengerjaan komponen tugas pendahuluan dan jawaban pertanyaan dalam *JRRP*.

Urutan peningkatan capaian hasil belajar tipe II, sebelum dan setelah rekondisi *JRRP* dari tertinggi ke terendah, masing-masing adalah Hukum Ohm- sifat rangkaian-*KVL-KCL*-tujuan praktikum dan sifat rangkaian-tujuan praktikum-Hukum Ohm-*KCL-KVL*. Tampak besar perubahan *N-Gain* bagi ke-2 fasilitas utama pembelajaran berbeda, yaitu untuk tujuan praktikum: 4% ke 37%, *KCL*: 21% ke 18%, *KVL*: 22% ke 14 %, Hukum Ohm: 100% ke 25%, dan sifat rangkaian: 80% ke 42%. Misalkan seperti *N-Gain* tujuan praktikum, perubahannya meningkat sangat tajam sebesar 33%. Ini berarti ketika memakai *JRRP* sebelum rekondisi, sebelum dan setelah tes pemahaman konsep, mahasiswa tidak mengalami perubahan struktur kognitif sama sekali. Namun ketika memakai *JRRP* setelah rekondisi, sebelum dan setelah tes pemahaman konsep, mahasiswa mengalami perubahan struktur kognitif sangat berbeda. Hal berbeda terjadi pada 4 konsep lainnya. Ini bisa disebabkan oleh perbedaan struktur kognitif tiap konsep, kualitas proses KBM yang berjalan, motivasi internal tiap mahasiswa, dan pengetahuan awal tiap mahasiswa.



Gambar 2. Kurva retensi *N-Gain* konsep

Retensi konsep hasil belajar tipe II ditunjukkan pada Gambar 2. Tampak gradien atau kemiringan kurva retensi konsep kelompok mahasiswa terhadap interval waktu antara tes akhir dengan tes awal adalah cenderung positif. Ini berarti pola retensi *N-Gain*

kelompok mahasiswa cenderung meningkat, baik pada KBM dengan *JRRP* sebelum rekondisi maupun *JRRP* sesudah rekondisi.

Pola perubahan retensi peningkatan capaian pemahaman konsep atau capaian hasil belajar tipe II, khusus pada penerapan *JRRP* sebelum rekondisi tampak membentuk pola gelombang sinusoidal namun dengan kecenderungan yang meningkat. Berbeda halnya dengan pola perubahan retensi setelah digunakan *JRRP* rekondisi tampak lebih linier, sehingga kecenderungan peningkatan capaian pemahaman konsep yang dihasilkan lebih tajam. Namun demikian penerapan kedua fasilitas pembelajaran ini tampak telah memberikan daya tahan konsep bagi struktur kognitif mahasiswa.

4. Simpulan

Berdasarkan paparan hasil dan pembahasan sebagaimana diuraikan didepan dapat disimpulkan prihal profil hasil belajar ERR mahasiswa sbb:

1. Telah disusun indikator hasil belajar ERR komprehensif mahasiswa Teknik Konversi Energi DIV POLBAN berbasis pemahaman konsep dalam *jobsheet* dan instrumen tes.
2. Pemahaman konsep mahasiswa terhadap isi *jobsheet* karena ERR tergolong baik untuk tugas pendahuluan, data pengamatan dan perhitungan, jawaban pertanyaan, namun kurang baik untuk sumber kesalahan, simpulan, dan daftar pustaka. Secara keseluruhan pemahaman ini tergolong baik (B) sesuai standar akademik di POLBAN. Sedangkan katagori peningkatan pemahaman ini karena rekondisi *jobsheet* adalah rendah.
3. Isi *jobsheet* antar mahasiswa dalam kelompok cenderung homogen. Khusus untuk komponen jawaban pertanyaan *jobsheet*, mahasiswa tidak bisa melihat kecenderungan data (hasil analisisnya) dan kaitannya dengan konsep fisika.
4. Secara keseluruhan pemahaman mahasiswa terhadap konsep rangkaian resistor karena ERR, baik sebelum dan setelah rekondisi *jobsheet* sudah tergolong cukup baik (BC), sesuai standar akademik POLBAN. Khususnya untuk konsep *KVL* masih tergolong kurang (D).
5. Baik sebelum dan setelah rekondisi *jobsheet*, dampak ERR terhadap peningkatan pemahaman konsep rangkaian resistor mahasiswa tergolong rendah untuk tujuan praktikum, *KCL* dan *KVL* namun tergolong sedang untuk Hukum Ohm dan sifat rangkaian. Secara keseluruhan dampak ERR terhadap peningkatan pemahaman konsep ini tergolong rendah.
6. Baik sebelum dan setelah rekondisi *jobsheet*, dampak ERR bagi retensi pemahaman konsep rangkaian resistor mahasiswa cenderung meningkat.

Daftar Acuan

- [1] Guntur, M. *Efektivitas model pembelajaran latihan inkuiri dalam meningkatkan keterampilan proses sains pada konsep ekologi siswa kelas I SMU*. Tesis. PPS UPI Bandung (2004), p.55.
- [2] Meltzer, D.E. *The relationship between mathematics preparation and conceptual learnings gains in physics*, American Jurnal of Physics. 70 (2002), p.1259-1268.
- [3] Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. No. 44 Tahun 2015 *Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi* (Salinan).
- [4] Rusilowati, A., *Profil kesulitan belajar fisika pokok bahasan kelistrikan siswa SMA di Kota Semarang*, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. UNNES Semarang. 4 (2) (2006), p.100 - 106.
- [5] Sutopo. *Pemahaman mahasiswa tentang konsep konsep dasar gelombang mekanik*, Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia. UNNES Semarang. 12 (1) (2016), p. 41-53.
- [6] Tim Pengajar Fisika MKU POLBAN. *Jurnal Praktikum Fisika Terapan Rangkaian Resistor*. Politeknik Negeri Bandung (2016).

