

DAMPAK PENERAPAN *FREE BODY DIAGRAM* TERHADAP KEMAMPUAN PESERTA DIDIK MENYELESAIKAN SOAL-SOAL HUKUM NEWTON DALAM PEMBELAJARAN FISIKA SMA

Aisyah Mardini¹⁾, Djusmaini Djamas²⁾, Amali Putra²⁾

¹⁾Universitas Negeri Padang

aisyahmardini@gmail.com, djusunidjamas@yahoo.co.id, amali.unp@gmail.com

ABSTRACT

Multiple representations are recommended for the better understanding of the concepts of physic. One of the concept that we can use is Free Body Diagram (FBD). Free body diagram is a diagram that describes all of the external forces that work on an object in x and y direction. The aim of this research is to examine the influence of the application of free body diagram towards high school students's ability to solve physic problems about Newton's Law. This research used Quasi Experiment Research with Randomized Control-Group Only Design as research design. The population of this research is all of the first grade student of SMA N 14 Padang in 2017/2018 year study. The result of this study showed there is the difference of Mean between sample classes significantly. The coefficient of correlation between the application of free body diagram and high school student's ability to solve physic problems is about 0,71. It means the correlation is strong. The determination coefficient of this research is 51,01% or the influence of the treatment is 51,01% toward the ability of student to solve physic problems about Newton's Law.

Keywords : *Free Body Diagram (FBD), Newton's Law, Representation*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi menyebabkan perubahan zaman yang membawa banyak masalah baru yang membutuhkan solusi sebagai pemecahannya. Dibutuhkan generasi dengan pola pikir kritis dan tinggi untuk memecahkan masalah-masalah tersebut. Salah satu cara untuk mendapatkan generasi tersebut adalah melalui pendidikan.

Syah^[1] mengatakan bahwa pendidikan berakar dari kata “didik”, yang berarti memelihara dan memberi latihan. Kata “memelihara” dapat diartikan menjaga agar tidak rusak. Proses pemberian latihan bertujuan agar *trainer* menjadi lebih berkompotensi dalam bidangnya. Kedua kata ini akan merujuk pada pengajaran, penuntunan, dan bimbingan yang bermuara pada peningkatan kompetensi peserta didik. Pendidikan merupakan usaha manusia untuk mengolah potensi-potensi jasmani dan rohani sesuai dengan nilai-nilai yang ada di dalam masyarakat dan kebudayaan^[2]. Pendidikan pada dasarnya bukan hanya merupakan suatu proses transfer ilmu dari guru ke peserta didik. Pendidikan lebih kepada mendidik peserta didik sehingga peserta didik tidak hanya memiliki kompetensi pengetahuan, namun juga memiliki kompetensi sikap dan keterampilan.

Manusia dilahirkan tanpa mengetahui apa-apa. Dengan menggunakan indera, manusia belajar cara bicara, cara berjalan, cara makan, cara bergaul, dan kemampuan lainnya yang dibutuhkan untuk

menjalani kehidupannya. Hal ini serupa dengan yang dikatakan Kuntjaraningrat^[3] bahwa manusia itu memperoleh segala sesuatunya dengan belajar. Proses belajar ini dimulai dengan mendengar, mengamati, dan merasakan perubahan alam atau lingkungan. Semakin dewasa seorang anak, maka semakin kompleks hal yang dihadapinya dan semakin kompleks pula hal yang dipelajarinya.

Permasalahan yang semakin kompleks dewasa ini membutuhkan solusi yang tepat sebagai pemecahan masalahnya. Pendidikan dewasa ini haruslah dapat meningkatkan kemampuan adaptasi dan kemampuan berpikir peserta didik. Semakin maju tingkat berpikir peserta didik, maka akan semakin kompleks solusi yang dimilikinya.

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari materi, gerak, gaya, energi, fenomena fisis dalam lingkup ruang dan waktu^[4]. Fisika merupakan cabang ilmu yang didapatkan berdasarkan penemuan dan proses berpikir kreatif dari para ahli. Para ahli memperhatikan fenomena-fenomena fisika yang terjadi, berusaha mencari tahu sebab dan akibat dari fenomena-fenomena tersebut dengan menggunakan proses berpikir dan eksperimen, dan akhirnya menghasilkan ilmu tentang fisika.

Pembelajaran fisika dianggap penting untuk diajarkan kepada peserta didik sekolah menengah karena dengan mempelajari fisika kemampuan berpikir peserta didik dapat meningkat. Banyak

konsep fisika yang dapat dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, sehingga jika peserta didik dapat memahami makna fisis dari materi fisika, hal ini akan memudahkan peserta didik untuk memecahkan permasalahan sehari-hari dalam kehidupannya. Pembelajaran fisika juga dianggap penting karena merupakan prasyarat untuk melanjutkan ke jenjang pendidikan selanjutnya serta penting dalam dasar pengembangan teknologi^[5].

Pembelajaran fisika yang dilaksanakan di kelas dewasa ini kurang memberikan manfaat yang berarti dalam kehidupan peserta didik. Dalam prakteknya, pembelajaran fisika lebih cenderung pada proses matematika. Peserta didik cenderung menghafal rumus yang diberikan tanpa tahu makna fisiknya. Hal ini membuat peserta didik kesulitan dalam memahami konsep fisika. Guru menjadi pusat dalam pembelajaran (*teacher centered*). Peserta didik hanya secara pasif menerima pelajaran sehingga membuat proses kognitif peserta didik menjadi sulit berkembang dan makna fisis dari fisika itu sendiri menjadi sulit dipahami dan diterapkan dalam kehidupan peserta didik. Menurut Mundilarto^[6], tujuan dari pembelajaran fisika tidak semata-mata untuk menghasilkan saintis, akan tetapi untuk mendorong peserta didik untuk dapat berpikir kritis terhadap ide-ide baru yang mungkin saja bertentangan dengan pengetahuan yang telah diyakini kebenarannya. Dengan adanya kemampuan berpikir kritis, peserta didik dapat memilah ide-ide baru yang layak diterima atau yang baik diterapkan sehingga kemampuan adaptasi peserta didik terhadap perkembangan zaman akan berkembang.

Faktor yang menyebabkan rendahnya tingkat pemahaman peserta didik dalam mempelajari fisika diantaranya adalah kurangnya motivasi peserta didik untuk belajar, metode pembelajaran yang digunakan guru, perangkat pembelajaran yang disiapkan guru, kurangnya pemahaman peserta didik terhadap representasi fisika, dan faktor-faktor lainnya. Persepsi peserta didik yang menganggap fisika adalah mata pelajaran yang sulit membuat motivasi peserta didik dalam belajar menjadi rendah. Materi pembelajaran fisika yang mudah dapat menjadi materi yang sulit bagi peserta didik. Hal ini menjadi penyebab utama yang menyebabkan hasil belajar peserta didik rendah.

Metode pembelajaran yang digunakan guru masih berbentuk ceramah. Bahan ajar yang digunakan guru adalah buku cetak yang disediakan di perpustakaan. Namun karena jumlah buku di perpustakaan terbatas, kebanyakan peserta didik kelas X SMA N 14 Padang belajar tanpa buku cetak. LKS yang digunakan adalah LKS yang dijual dipasaran. LKS yang beredar dipasaran tidak sepenuhnya berorientasi pada peserta didik. Di dalam LKS tersebut hanya terdapat sedikit materi dan soal-soal latihan yang kurang memacu kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Terdapat beberapa kemampuan yang dapat dimiliki peserta didik setelah mempelajari fisika. Kemampuan-kemampuan tersebut diidentifikasi oleh Medermott menjadi empat kemampuan, yaitu: 1) kemampuan penalaran, 2) kemampuan proses, 3) kemampuan pemecahan masalah, dan 4) kemampuan menginterpretasi representasi^[7]. Dengan mempelajari fisika peserta didik dapat mengembangkan cara berpikir logis atau sesuai dengan nalar. Peserta didik dilatih untuk mengembangkan pikiran berdasarkan fakta dan prinsip yang berlaku sehingga peserta didik terbiasa untuk bertindak berdasarkan landasan yang dapat dipertanggungjawabkan. Peserta didik didorong untuk menyelesaikan persoalan fisika sesuai dengan proses yang jelas dan benar. Peserta didik juga dilatih untuk dapat memecahkan masalah-masalah fisika dan menginterpretasikan representasi. Kemampuan-kemampuan dapat menjadi bekal peserta didik dalam menghadapi kehidupannya.

Salah satu kemampuan yang didapat setelah mempelajari fisika adalah kemampuan menginterpretasi representasi. Etkina menyatakan bahwa representasi merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan objek atau proses tertentu^[8]. Suatu informasi, kejadian, peristiwa, atau keadaan dapat diubah menjadi suatu perwakilan yang menggambarkan informasi, kejadian, peristiwa, atau keadaan tersebut sehingga dapat dipahami atau dibayangkan oleh orang lain yang diberikan representasi. Misalnya representasi sebuah bangunan berupa model replika bangunan tersebut, representasi organ tubuh manusia berupa torso, representasi bentuk tumbuhan berupa herbarium, dan representasi-representasi lainnya.

Konsep fisika sering ditampilkan dalam bentuk yang abstrak. Peserta didik akan lebih mudah memahami pembelajaran jika konsep abstrak tersebut diubah atau direpresentasikan menjadi suatu konsep yang lebih konkret. Misalnya, dalam berkendara, seseorang akan memiliki kelajuan yang berbeda-beda, ada yang dipercepat, ada yang konstan, dan ada yang diperlambat dengan variasi kelajuan yang tidak tetap untuk setiap kendaraan. Kelajuan yang berubah-ubah akan lebih mudah dipahami peserta didik jika direpresentasikan dalam suatu bentuk grafik daripada hanya dibayangkan kejadian secara abstrak. Peserta didik yang dalam pembelajaran menggunakan *multiple representation* akan lebih sukses daripada peserta didik yang tidak menggunakannya^[9].

Penggunaan representasi dalam pelajaran bertujuan untuk mempelajari fisika secara efektif. Peserta didik harus mampu menerjemahkan representasi-representasi suatu konsep dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Soal dan konsep dapat diungkapkan dalam bentuk grafik, tabel, *free body diagram*, *field line diagrams*, *electric circuit diagrams* dan sebagainya. Keuntungan dalam memiliki keterampilan dalam menggunakan berbagai macam representasi dan mengkoordinasikan multi

representasi dalam mempelajari fisika adalah sebagai alat untuk memahami konsep, meningkatkan keterampilan, dan dapat memudahkan dalam memecahkan masalah^[10].

Salah satu bentuk representasi yang digunakan dalam pembelajaran fisika adalah *free body diagram*. *Free body diagram* adalah representasi yang berfokus pada sebuah objek dan gaya-gaya yang bekerja pada objek tersebut. Representasi jenis ini dapat diterapkan pada materi hukum Newton tentang gerak, hukum Newton tentang gravitasi, listrik, dan magnet. Materi prasyarat dalam menerapkan *free body diagram* adalah vektor. Gaya-gaya yang bekerja pada objek digambarkan dengan menggunakan panah, dengan panjang panah menunjukkan besar gaya, dan arah panah menunjukkan arah gaya. Peserta didik harus mengerti bagaimana cara memproyeksikan vektor karena semua gaya yang berkerja pada benda harus diuraikan pada sumbu x dan sumbu y. Sandi Monika^[11] menyatakan ketidakmampuan peserta didik dalam menggunakan representasi dalam pembelajaran akan menghalangi pemahaman konsep peserta didik.

Salah satu cara menerapkan *free body diagram* dalam pembelajaran adalah dengan mengintegrasikannya ke dalam sebuah lembar kerja peserta didik. Menurut Jenny^[12], LKS dapat dijadikan sarana untuk meningkatkan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran. LKS dapat digunakan untuk membantu belajar mandiri peserta didik dengan mennggerjakan persoalan-persoalan terkait *free body diagrams*. Dalam penelitian ini, LKS digunakan sebagai instrumen dalam mengukur penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran.

Indikator *Free Body Diagrams* yang dapat diintegrasikan ke dalam LKS yakni: 1) menerapkan konsep vektor, 2) menerapkan konsep gaya secara umum, dan 3) menerapkan hukum Newton. Konsep vektor yang terdapat dalam LKS terintegrasi *Free Body Diagrams* yang digunakan mencakup simbol, panjang, dan arah vektor. Vektor disimbolkan dengan huruf kapital, huruf yang ditebalkan, atau huruf yang diberi panah di atasnya. Panjang vektor menyatakan besar vektor dan arah panah menyatakan arah vektor. Konsep vektor merupakan dasar dalam menggunakan *free body diagrams* yang merupakan gambaran representasi sekumpulan gaya (vektor) yang bekerja pada benda. Jika peserta didik kurang memahami konsep ini, peserta didik akan kesulitan dalam membuat *free body diagrams* dengan benar.

Konsep gaya secara umum yang dikaji dalam LKS terintegrasi *free body diagrams* adalah hakikat gaya yang merupakan tarikan dan dorongan, serta materi esensial seperti satuan, simbol, dan lambang. Selanjutnya konsep gaya dihubungkan dengan penerapan hukum Newton.

Konsep *free body diagrams* dapat diterapkan pada hukum Newton tentang gerak dan hukum Newton tentang gravitasi. Hukum I dan Newton

bergantung pada keadaan benda. Benda-benda di alam berada dalam dua keadaan yakni setimbang dan tidak setimbang. Benda berada dalam kesetimbangan jika resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol ($\Sigma F = 0$), hal ini dikaji dalam hukum I Newton. Jika benda berada dalam keadaan tidak setimbang, maka akan terjadi pengaruh pada benda akibat gaya yang dikerjakan sehingga $\Sigma F \neq 0$ atau $\Sigma F = ma$ sebagaimana dengan yang dikaji hukum II Newton.

Hukum III Newton dikaji saat benda pertama mengerjakan gaya aksi pada benda kedua kemudian benda kedua akan mengerjakan gaya reaksi pada benda pertama yang besarnya sama dan arahnya berlawanan. Konsep-konsep ini dituangkan dalam LKS terintegrasi *free body diagrams* berupa soal-soal latihan yang dapat membantu peserta didik memahami fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya.

Konsep *free body diagrams* diterapkan pada materi hukum Newton tentang gravitasi pada proses interaksi dua massa atau lebih. Semakin banyak massa yang berinteraksi maka akan semakin kompleks gaya tarikan yang terjadi. Variasi dari letak massa juga mempengaruhi besar dan arah gaya tarik yang terjadi. Massa dapat disusun dalam bentuk geometri seperti segitiga atau segi empat dan juga dapat disusun sembarangan dengan sudut-sudut yang telah ditentukan. *Free body diagrams* dapat digunakan untuk merepresentasikan interaksi gaya-gaya tersebut.

Kesalahan yang sering dilakukan peserta didik sering dalam menggambarkan *free body diagrams* yakni: 1) Tidak lengkap menggambar gaya-gaya pada diagram benda bebas yang ditinjau, 2) Menggambar gaya-gaya yang bekerja pada benda atau sistem benda secara berlebihan. Siswa juga sering salah dalam memproyeksikan gaya-gaya pada sumbu x dan sumbu y. Pada akhir proses menggambar terkadang komponen gaya pada sumbu x dan komponen gaya pada sumbu y yang dibutuhkan tidak tergambar atau tergambar dengan salah.

Pada saat menerapkan *free body diagrams* dalam pembelajaran diharapkan terjadi beberapa proses berpikir yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik sehingga kemampuan peserta didik dalam menjawab soal fisika dapat meningkat. Proses berpikir yang terjadi saat menerapkan *free body diagrams* dalam pembelajaran adalah identifikasi, aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi. Peserta didik dilatih untuk dapat mengidentifikasi persoalan yang diberikan. Hasil identifikasi digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang harus dilaksanakan selanjutnya dan persamaan apa yang harus diaplikasikan dalam menjawab persoalan yang diberikan. Kemudian peserta didik dilatih untuk menganalisis persoalan secara lebih mendalam untuk akhirnya dibimbing

untuk mensintesa suatu representasi menyelesaikan persoalan yang diberikan. Kemudian peserta didik mengevaluasi persoalan yang dikerjakan secara mandiri atau yang dikerjakan peserta didik lain di depan kelas. Jika proses berpikir ini dilaksanakan dengan baik, maka akan membuat peserta didik untuk dapat berpikir secara kritis sehingga dapat memudahkan pencapaian kompetensi peserta didik dan memudahkan dalam menyelesaikan soal-soal fisika.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif jenis eksperimen semu atau *Quasi Experiment Research* yang tidak melakukan kontrol pada semua variabel, namun hanya pada dua kelompok sampel yang salah satunya diberikan perlakuan berbeda. Rancangan penelitian yang digunakan adalah *Randomized Control-Group Only Design*, dengan menggunakan dua kelas sampel yakni kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan *free body diagrams* dalam LKS *terintegrasi free body diagrams* dan pada kelas kontrol menggunakan LKS yang digunakan di sekolah. Populasi dari penelitian ini yakni seluruh peserta didik kelas X MIPA Tahun Ajaran 2017/2018 di SMAN 14 Padang. Dari enam kelas dipilihlah kelas-kelas yang diajarkan oleh guru yang sama dengan tujuan persamaan keadaan awal. Selanjutnya kelas-kelas ini dipilih melalui teknik *Cluster Random Sampling* untuk menentukan kelas kontrol dan kelas eksperimen. Untuk selanjutnya, sampel dari penelitian ini adalah peserta didik kelas X IPA 2 sebagai kelas eksperimen dan peserta didik kelas X IPA 3 sebagai kelas kontrol. Variabel penelitian yang diperhitungkan dalam penelitian ini diantaranya adalah variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas adalah objek penelitian yang bertindak sebagai peubah atau variabel yang mempengaruhi keberadaan variabel terikat. Variabel bebas penelitian ini adalah penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas atau yang menjadi akibat dari diterapkannya variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika. Variabel kontrol adalah variabel yang menjadi patokan dalam penelitian atau variabel yang dibuat dan dalam penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah materi pelajaran yang disajikan, guru, dan asesmen.

Data primer pada penelitian ini adalah nilai *post test* atau ujian tulis yang dikerjakan di akhir pembelajaran yang dikerjakan oleh peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol, serta data pengerjaan LKS *terintegrasi free body diagrams*. Jumlah soal yang digunakan pada *post test* yakni sebanyak 30 butir soal. Dilakukan analisis terhadap soal sebelum diberikan kepada siswa. Uji yang

dilakukan untuk menganalisis butir soal yakni uji validitas, uji reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran soal. Soal *post test* yang digunakan berada pada kemampuan berpikir aplikasi, analisis dan evaluasi.

Hipotesis kerja dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh yang signifikan penerapan *free body diagrams* pada materi hukum Newton terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika di kelas X SMA N 14 Padang. Uji hipotesis dibutuhkan untuk membuktikan hipotesis diterima atau ditolak. Sebelum melaksanakan uji hipotesis, dibutuhkan uji persyaratan analisis terlebih dahulu untuk menentukan uji hipotesis apa yang harus dilakukan. Uji persyaratan analisis yang dibutuhkan adalah uji normalitas, yang dilakukan menggunakan Uji *Liliefors*, serta uji homogenitas, yang dilakukan menggunakan uji F, dimana uji normalitas Uji normalitas digunakan untuk menentukan kenormalan sebaran data yang akan dianalisis. Uji homogenitas digunakan untuk menguji apakah data mempunyai variansi yang homogen atau tidak. Setelah uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan, selanjutnya dilakukan uji hipotesis yang sesuai dengan syarat-syarat yang terpenuhi dalam uji persyaratan analisis. Kemudian, dilakukan uji persyaratan analisis regresi linear sederhana untuk menganalisis kelinearan dan penerimaan hipotesis dari penerapan *free body diagrams* terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika. Selanjutnya dibuat grafik bentuk regresi linear digunakan untuk melihat sebaran data yang diteliti. Koefisien korelasi dihitung untuk mengetahui seberapa kuat pengaruh dari penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal fisika. Koefisien korelasi dihitung menggunakan *correlation product moment* Pearson. Besarnya sumbangan pengaruh yang diberikan dari variabel bebas terhadap variabel terikat didapatkan melalui koefisien determinasi yang merupakan persentase kuadrat koefisien korelasi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

HASIL

Data yang didapatkan dari kegiatan penelitian ini berupa pencapaian kompetensi pengetahuan peserta didik sebagai hasil penerapan *free body diagrams*. Data ini didapatkan melalui kegiatan *post test* atau ujian tertulis di akhir pembelajaran sebanyak 30 buah soal. Dari kegiatan *post test* yang dilakukan, didapatkan data yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1. Data *Post test* Kelas eksperimen dan Kelas kontrol

Interval Nilai	Kelas eksperimen	Kelas kontrol
	Jumlah	Jumlah
36-55	15	27
56-75	12	3
76-95	3	0

Tabel 1. menunjukkan bahwa terdapat 15 orang peserta didik yang memiliki nilai rentang 36-55 pada kelas eksperimen, sedangkan pada kelas kontrol terdapat 27 orang peserta didik dengan nilai pada rentang tersebut. Nilai *post test* kelas eksperimen dalam *range* 56-75 sebanyak 12 orang sedangkan pada kelas kontrol terdapat 3 orang peserta didik. Terdapat 3 orang peserta didik yang memiliki nilai pada rentang 76-95 pada kelas eksperimen dan tidak ada peserta didik pada kelas kontrol yang memiliki nilai pada rentang tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *posttest* peserta didik pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Namun, karena rata-rata nilai peserta didik yang masih jauh dari nilai KKM yakni 80, dapat dikatakan kompetensi pengetahuan peserta didik masih rendah.

Berdasarkan data hasil belajar peserta didik pada Tabel 1, dilakukan analisis dekriptif pada data yakni perhitungan besar rata-rata nilai siswa (\bar{X}), standar deviasi (S), dan variansi (S^2) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data analisis terdapat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Peserta Didik, Standar Deviasi, dan Variansi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	\bar{X}	S	S^2
Eksperimen	58,55	13,96	194,83
Kontrol	45,7	6,04	36,49

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa nilai rata-rata peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Standar deviasi kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, dikarenakan nilai peserta didik pada kelas kontrol lebih merata dibandingkan kelas eksperimen. Hal ini menyebabkan variansi kelas eksperimen juga lebih tinggi daripada kelas kontrol, artinya kompetensi kelas eksperimen lebih beragam daripada kelas kontrol.

Selanjutnya dilakukan uji persyaratan analisis berupa uji normalitas dan uji homogenitas sebagai persyaratan dalam pemilihan uji hipotesis. Uji hipotesis dilakukan untuk menguji apakah hipotesis yang dirumuskan diterima atau ditolak. Jika data terdistribusi normal dan homogen maka digunakan uji t sebagai uji hipotesis, jika data terdistribusi normal namun tidak homogen maka digunakan uji t' dan jika data tidak terdistribusi normal dan tidak homogen maka digunakan uji u sebagai uji hipotesis.

Uji normalitas adalah salah satu uji analisis yang apakah kenormalan data sampel penelitian. Uji Normalitas yang digunakan dalam menguji data kenormalan kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah uji *Liliefors*. Uji ini dilakukan pada nilai *post-test*. Setelah data dianalisis, harga Lo dan L_{tabel} pada taraf signifikan 0,05 dengan jumlah peserta didik 30 orang untuk masing-masing kelas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Nilai *Post test* Kelas eksperimen dan Kelas kontrol

Kelas	α	n	Lo	Lt
Eksperimen	0,05	30	0,1586	0,1590
Kontrol		30	0,1465	

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan Lo sebesar 0,1586 pada kelas eksperimen dan 0,1465 pada kelas kontrol. Jumlah peserta didik yang ikut tes akhir pada masing-masing kelas adalah sebanyak 30 orang, untuk taraf nyata 0,05, nilai Lt untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah 0,1590. Data kedua kelas sampel akan terdistribusi secara normal jika $Lo < Lt$, berdasarkan Tabel 3, nilai Lo untuk kedua kelas lebih kecil daripada Lt , sehingga data kedua kelas terdistribusi secara normal.

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi yang homogen atau tidak. Uji homogenitas menggunakan tabel F yang merupakan perbandingan variansi kelas kontrol dan kelas eksperimen. Besar F_{hitung} yang didapatkan adalah 5,339, dengan F_{tabel} sebesar 1,85 pada taraf signifikan 0,05, berarti $F_h > F_{(0,05)(29,29)}$. $F = data$ dikatakan homogen jika F hitung lebih kecil daripada F_{tabel} . Berdasarkan perhitungan didapatkan F hitung yang lebih besar daripada F tabel, sehingga data yang didapatkan tidak homogen (*unequal variances*). Uji homogenitas data kedua kelas dapat diperhatikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	n	S^2	F_h	F_t
Eksperimen	30	194,83	5,339	1,85
Kontrol	30	36,49		

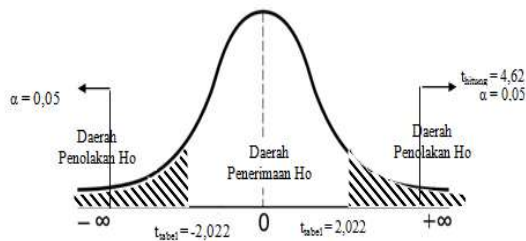
Berdasarkan uji persyaratan analisis didapatkan bahwa data kedua kelas terdistribusi normal dengan variansi yang tidak homogen (*Unequal*). Keadaan ini memenuhi persyaratan uji t' atau *t-test: two samples assuming unequal variances* sebagai uji hipotesis. Perhitungan uji t' terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji t' Kelas eksperimen dan Kelas kontrol

Kelas	S^2	t'_h	t'_t
Eksperimen	194,83	4,62	2,022
Kontrol	36,49		

Dari Tabel 5 dapat diperhatikan bahwa $t'_h = 4,62$ dan $t'_{tabel} = 2,022$ dengan syarat penerimaan H_0 apabila $-t'_{\frac{1}{2}\alpha} < t'_h < t'_{\frac{1}{2}\alpha}$ untuk taraf signifikan 0,05 dan derajat kebebasan $df=39$ yang dihitung menggunakan persamaan.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa harga t'_h berada di daerah penolakan H_0 , sehingga H_1 diterima. Kurva penerimaan hipotesis kerja (H_1) dapat dilihat pada Gambar 1.



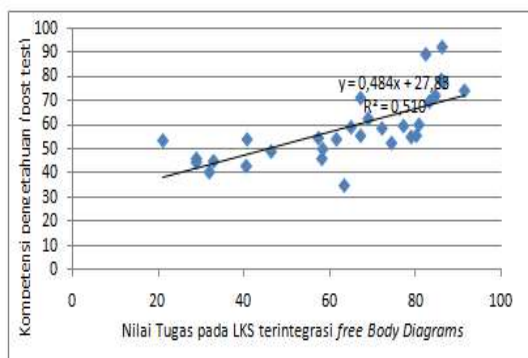
Gambar 1. Kurva Penerimaan dan Penolakan Ho

Gambar 1 menunjukkan bahwa t'_{hitung} berada di daerah penolakan H_0 sehingga hipotesis kerja H_1 dapat diterima. Hal ini berarti terdapat perbedaan kompetensi pengetahuan (kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jadi hipotesis kerja H_1 yang berbunyi terdapat “terdapat pengaruh yang signifikan penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika di kelas X SMA N 14 Padang”.

Untuk menentukan sejauh mana hubungan keterkaitan antara penerapan *free body diagrams* (X) terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika (Y), maka dilakukanlah uji regresi linear sederhana. Berdasarkan perhitungan didapatkan persamaan regresi linear sederhana untuk variabel bebas dan terikat sebagai berikut.

$$Y = 27,83 + 0,484X \quad (1)$$

Persamaan 1 menyatakan bahwa tanpa diberikan perlakuan (X) peserta didik sudah memiliki kemampuan menjawab soal fisika sebesar 27,83. Jika perlakuan diterapkan, maka kemampuan peserta didik akan bertambah sebesar $0,484X$. Gradien atau kemiringan kurva pada persamaan bernilai positif. Bentuk sebaran model regresi linear sederhana secara keseluruhan dinyatakan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Persamaan Regresi Linear Sederhana antara penerapan *free body diagrams* kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika.

Berdasarkan Gambar 2, dapat diperhatikan terlihat bahwa data berada di sekitar garis lurus dengan kemiringan 0,484. Keadaan ini mengindikasikan bahwa *post test* dan hasil penerapan *free body diagrams* memiliki hubungan yang linear. Untuk membuktikan kelinearan maka dilakukan analisis ANAVA pada Tabel 6.

Tabel 6. Analisis Variansi untuk Analisis Regresi Linier Sederhana Hasil *Posttest* pada Kelas eksperimen

Sumber Variansi	Dk	JK	KT	F_{hitung}
Total	30	108493	108493	
Koefisien (a)	1	102843	102843	
Regresi (b/a)	1	2881	2881	29,13
Sisa	28	2769	98,89	
Tuna cocok	22	2448	111,27	
Galat	6	320,9	53,48	2,08

Pada Tabel 6, F_{hitung} yang didapatkan untuk uji keberartian adalah 29,13, sedangkan besar F_{tabel} untuk $\alpha=0,05$ dengan dk pembilang 1 serta dk penyebut 28 bernilai 4,20. Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat bahwa bahwa nilai F_{hitung} yang didapatkan lebih besar daripada nilai F_{tabel} . Keadaan ini membuat hipotesis nol (H_0) ditolak sehingga hipotesis kerja (H_1) diterima, dengan kata lain, penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran berarti.

Dalam uji linearitas, didapatkan nilai F_{hitung} sebesar 2,08 sedangkan nilai F_{tabel} dengan dk pembilang 22 dan dk penyebut 6 bernilai 3,84 pada $\alpha=0,05$. Berdasarkan hal tersebut, besar F_{hitung} lebih kecil daripada besar F_{tabel} , sehingga penerapan *free body diagrams* dan hasil *post test* peserta didik memiliki hubungan yang linear.

Setelah uji regresi linier sederhana dilakukan, didapatkan bahwa variabel bebas dan variabel terikat terhubung secara linier. Kemudian dilakukan *correlation product moment* untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, atau untuk mengetahui seberapa berpengaruh penerapan *free body diagrams* terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika. Hasil uji *correlation product moment* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisis *Correlation Product Moment* Pearson

Variabel yang dikorelasikan	r_h	r^2
Penerapan <i>free body diagrams</i> (X) dengan kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika (Y)	0,714	0,51

Berdasarkan Tabel 6 didapatkan koefisien korelasi nilai *post test* dan nilai penerapan *free body diagrams* sebesar 0,714. Berdasarkan tabel besaran hubungan korelasi Pearson, 0,714 dikategorikan sebagai hubungan yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran dengan kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika tergolong kuat. Besarnya koefisien korelasi juga bernilai positif, berarti pengaruh yang ditimbulkan variabel bebas terhadap variabel terikat mempunyai kontribusi yang positif. Koefisien determinasi merupakan penentuan besarnya kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil analisis koefisien determinasi (KD) menunjukkan bahwa persentase pengaruh variabel bebas (penerapan *free body diagrams*) terhadap variabel terikat (kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika) adalah sebesar 51%. Sedangkan sisanya 49% dipengaruhi faktor lainnya.

PEMBAHASAN

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang berkembang berdasarkan proses berpikir tentang bagaimana alam bekerja. Fisika mempelajari keadaan materi, gerak, gaya, energi, serta fenomena fisis dalam lingkup ruang dan waktu. Kegiatan mempelajari alam akan lebih mudah jika menggunakan representasi. *Free body diagrams* adalah salah satu representasi yang berfokus pada suatu objek dan gaya-gaya yang bekerja pada objek tersebut. Salah satu cara menerapkan *free body diagrams* dalam pembelajaran adalah dengan menggunakan suatu lembar kerja peserta didik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meneliti apakah terdapat pengaruh penerapan *free body diagrams* terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika.

Variabel bebas penelitian ini adalah penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran. Pada saat menerapkan *free body diagrams* diharapkan terjadi proses berpikir yang dapat meningkatkan kekritisan peserta didik sehingga kemampuan peserta didik dalam menjawab soal fisika dapat meningkat. Proses berpikir yang dimaksud adalah pemahaman, aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi. Peserta didik dituntut untuk dapat memahami materi dan tata cara pembuatan *free body diagrams*. Pemahaman ini akan menuntun peserta didik untuk memahami soal. Selanjutnya materi dan tata cara ini diaplikasikan atau digunakan dalam menjawab soal-soal yang diberikan. Soal yang diberikan haruslah dianalisis terlebih dahulu. Peserta didik harus dapat memahami hubungan soal dengan materi yang dipelajari atau bahkan dengan materi bab lainnya. Selanjutnya peserta didik diharapkan dapat melakukan sistesis terhadap pengetahuan yang didapat dan melakukan evaluasi agar pengetahuan yang didapatkan dapat berguna dalam kehidupannya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Rata-rata nilai ujian akhir pada kelas eksperimen adalah 58,55 dan kelas kontrol sebesar 45,7. Hal ini menunjukkan kompetensi kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol dan bersesuaian dengan pendapat Ayesh^[13] bahwa peluang sukses (dalam menjawab soal) peserta didik yang mengerjakan soal dengan *free body diagram* dengan benar akan lebih tinggi dari pada peserta didik yang tidak menggunakan *free body diagrams*. Dengan menggunakan *free body diagrams*, peserta didik tidak hanya mengingat fakta, tetapi peserta didik dibimbing untuk mengidentifikasi suatu persoalan dan menganalisis persoalan tersebut. Selanjutnya persoalan tersebut direpresentasikan ke dalam *free body diagrams* dan dicari pemecahan persoalannya. Peserta didik akan kesulitan dalam memahami suatu konsep jika mereka tidak mengetahui makna fisisnya, hal ini sesuai dengan pendapat Sanjaya^[12] mengungkapkan bahwa pemahaman tidak hanya berada pada proses mengingat fakta. Pemahaman merupakan proses tentang kemampuan menjelaskan, menerangkan, menafsirkan atau kemampuan menangkap makna atau arti suatu konsep. Dengan menggunakan *free body diagrams* akan membantu peserta didik dalam memahami konsep fisika khususnya tentang gerak yang dipelajarinya.

Standar deviasi kelas eksperimen jauh lebih tinggi daripada standar deviasi kelas kontrol. Hal ini membuat variansi kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, berarti kompetensi pada kelas eksperimen lebih beragam daripada kelas kontrol.

Berdasarkan uji hipotesis menggunakan uji t' , didapatkan t_h' sebesar 4,62 dan t_t' dengan taraf signifikan 0,05 sebesar 2,002. H_0 diterima jika t_h' berada diantara $-t_t' < t_h' < t_t'$. Nilai t_h' yang didapatkan lebih besar daripada t_t' , sehingga H_0 ditolak dan H_1 yang berbunyi "terdapat pengaruh yang signifikan penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran fisika terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika di kelas X SMA N 14 Padang" dapat diterima.

Pengaruh yang disebabkan oleh penerapan *free body diagrams* terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika dapat diketahui menggunakan uji regresi linier sederhana dan uji *correlation product moment*. Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana didapatkan bahwa penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran memiliki hubungan regresi linear, berarti kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika dipengaruhi oleh penerapan *free body diagrams*. Besarnya pengaruh yang disebabkan oleh variabel bebas terhadap variabel terikat dapat dinyatakan dengan koefisien korelasi melalui uji *correlation product moment*. Berdasarkan hasil perhitungan, harga koefisien korelasi adalah sebesar 0,714. Interpretasi nilai r ini

menurut Sugiyono^[15] adalah hubungan antara penerapan *free body diagrams* dengan kemampuan peserta didik menjawab soal fisika adalah kuat. Koefisien determinasi (KD) menyatakan besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil perhitungan KD yakni sebanyak 51% kemampuan peserta didik menjawab soal fisika dipengaruhi oleh penerapan *free body diagrams*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan *free body diagrams* dalam pembelajaran memberikan pengaruh sebesar 51% terhadap kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika. Korelasi antara penerapan *free body diagrams* dan kemampuan peserta didik menjawab soal-soal fisika adalah 0,714 atau tergolong kuat. Hal ini menyebabkan oleh rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Namun, rata-rata kedua kelas sampel masih tergolong rendah, dibutuhkan metode yang lebih baik ke depannya dalam menerapkan *free body diagrams* agar materi dapat dipahami oleh peserta didik secara lebih baik.

Free body diagrams dalam pembelajaran fisika hanya diterapkan pada materi hukum Newton, diharapkan ke depannya *free body diagram* lebih dapat diterapkan pada materi-materi fisika yang lain seperti listrik dan magnet. Dalam pelaksanaan penelitian ini, peneliti kesulitan dalam menerapkan *free body diagrams* dalam kompetensi keterampilan, diharapkan penelitian selanjutnya dapat diteliti pengaruh *free body diagram* terhadap kompetensi keterampilan peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chandra, Fransisca. 2009. "Peran Partisipasi Kegiatan di Alam Masa Anak Pendidikan dan Jenis Kelamin sebagai Moderasi terhadap Perilaku Ramah Lingkungan". Disertasi S3. Fakultas Psikologi. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- [2] Ikhsan, Fuad. 2005. *Dasar-dasar Kependidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [3] Koentjaraningrat. 1996. *Pengantar Antropologi I*. Jakarta: Rineka Putra.
- [4] Wikipedia. 2017. *Fisika*. [online]. (wikipedia.org, diakses tanggal 9 November 2017)
- [5] Kemendikbud. 2013. Permendiknas No 22 tahun 2006 tentang Standar Isi. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- [6] Mundilarto. 2010. *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta : P2IS UNY.
- [7] Trisni, Ika Simanggunsong. 2013. "Analisis pemahaman dan kemampuan pemecahan masalah Fisika dengan menggunakan model *Problem Based Instruction* (PBI) dan *Direct Instruction*". Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan: Medan.
- [8] Etkina, Eugenia, Heuvelen, A.V., dkk. 2006. *Scientific Abilities and their assessment*. New Jersey, 08854 (diakses tanggal 20 Juni 2018)
- [9] Rosengrant, D., Etkina, E., & Heuvelen, A.V. 2009. *Do students use and understand free-body diagrams?*. (Online). *Journal Physics Education Research*, Volume 1, No.01.40. (<http://prstper.aps.org/pdf/PRSTPER/v5/i1/e010108>, diakses 24 Januari 2018)
- [10] Cock, M. D. 2012. *Representation use and strategi choice in physics problem solving*. *Phys. Rev. ST;PER*, 8, 020117.
- [11] Monika, Sandi. 2014. *Pengaruh Kemampuan Membangun Mode Representasi terhadap pemecahan Masalah Fisika dengan menerapkan Inkuiri Terbimbing*. jurnal Pemb. Fisika Vol 2 No.4. Universitas Lampung .
- [12] Jenny R.E. Kaligis dan Hendro Darmodjo. 1992. *Pendidikan IPA II*. Jakarta : Depdikbud.
- [13] Ayesha, N. Qamhle, N Tlt, and F. Abdelfattah. 2010. *The effect of Student Use of Free Body Diagram Representation On Their Performance*. (Online). *International Research Journals*. (<https://www.interestjournals.org>, diakses tanggal 20 Juni 2018).
- [14] Sanjaya, Wina. 2010. *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Fajar Interpratama.
- [15] Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.