

PPM KELOMPOK DOSEN

LAPORAN PPM KELOMPOK DOSEN



Judul:
***Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisika dan Pembuatan
Alat Peraga Fisika Sederhana Bagi Guru-Guru Sekolah
Menengah Pertama di Kabupaten Gunung Kidul***

Diusulkan Oleh:

Dr. Supardi, M.Si / NIP. 197110151998021001
WS. Brams Dwandaru, M.Sc., Ph.D / NIP. 198001292005011003
Dr. Ariswan, M.Si / NIP. 195909141988031003
Dr. Suparno, M.AppSc. / NIP. 196008141988031003
Dr. Warsono, M.Si / NIP. 196811011999031002
Rita Prasetyowati, M.Sc / NIP. 198007282006042001
Catur Putri P / NIM. 15302241045
Ayu Tri Astuti / NIM. 15302241027

JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
Tahun, 2018

HALAMAN PENGESAHAN PPM KELOMPOK DOSEN

1. Judul : Pelatihan dan Pembuatan Alat Peraga Fisika Sederhana Bagi Guru-Guru Sekolah Menengan Pertama di Kabupaten Gunung Kidul
2. Ketua Pelaksana
 - a. Nama : Dr. Supardi, M.Si
 - b. N I P : 19711015 199802 1001
 - c. Pangkat/Golongan : Penata / IIIc
 - d. Fakultas : FMIPA UNY
 - e. Jurusan : Pendidikan Fisika
 - f. Bidang Keahlian : Fisika
 - g. Alamat Kantor/Telp/Fax/Email : Jurdik Fisika, FMIPA UNY,
Karangmalang Yogyakarta, telp.(0274)
586 168 pes. 358
3. Personalia
 - a. Jumlah Anggota Pelaksana : 5 orang
 - b. Jumlah Pembantu Pelaksana : 2 orang
4. Jangka Waktu Kegiatan : 6 bulan
5. Bentuk Kegiatan : Pelatihan dan Workshop
6. Sifat Kegiatan : Penunjang
7. Biaya yang diperlukan
 - a. Sumber dari Dipa UNY : 9.000.000,00 (Sembilan juta rupiah)
 - b. Sumber Lain : --
 - Jumlah : 9.000.000,00 (Sembilan juta rupiah)



Mengetahui:
Dekan FMIPA UNY

Dr. Hartono,
NIP. 19620329 198702 1 002

Yogyakarta, Nopember 2018
Ketua Pelaksana

Dr. Supardi, M.Si
NIP 19711015 199802 1001

Kata Pengantar

Puji syukur kehadirat Alloh swt yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya, sehingga pada saat ini kami dapat menyelesaikan laporan Pengabdian Pada Masyarakat dengan tema “*Pelatihan dan Pembuatan Alat Peraga Fisika Sederhana Bagi Guru-Guru Sekolah Menengan Pertama di Kabupaten Gunung Kidul*”. Melalui kegiatan pelatihan yang telah diberikan, diharapkan di guru semakin menyadari pentingnya konsep pengukuran besaran fisika dengan benar serta dapat membuat alat peraga fisika sebagai penunjang bagi tercapainya pemahaman konsep fisika khususnya kepada guru-guru matapelajaran IPA di Gunung Kidul.

Penulisan laporan pengabdian pada masyarakat ini dapat diselesaikan dengan baik atas bantuan beberapa pihak yang secara keseluruhan tidak dapat kami sebutkan satu persatu, untuk itu pada kesempatan ini pengabdi ingin menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan pendanaan melalui program PPM Reguler.
2. Ketua Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dorongan untuk terus berkarya.
3. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas bagi terlaksananya pengabdian ini dengan baik.
4. Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dorongan dan fasilitas bagi terlaksananya pengabdian ini dengan lancar.
5. Seluruh instruktur pelatihan yang dengan sabar membimbing para guru peserta pelatihan selama pelatihan berlangsung.
6. Mahasiswa-mahasiswa kami yang telah membantu selama pelatihan berlangsung yaitu sdri Catur Putri P dan Ayu Tri Astuti.

7. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu dan sangat berperan dalam lancarnya pelaksanaan pelatihan.

Penulis berharap semoga laporan pengabdian pada masyarakat ini akan memberikan inspirasi dan dorongan pengembangan ilmu khususnya Pendidikan Fisika di masa yang akan datang

Yogyakarta, Nopember 2018

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, sweeping loop followed by several smaller, more intricate strokes.

Dr. Supardi, M.Si

Daftar Isi

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
ABSTRAK	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II METODE KEGIATAN PPM	6
BAB III PELAKSANAAN KEGIATAN PPM	9
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	17
DAFTAR PUSTAKA	18
LAMPIRAN	19

Daftar Gambar

No	Keterangan Gambar	Halaman
1	Gambar 3.1 Instruktur dengan dibantu peserta melakukan demonstrasi percobaan fisika sederhana	10
2	Gambar 3.2 Antusiasme peserta dalam mengikuti pelatihan	11
3	Gambar 3.3 Penjelasan instruktur tentang Olimpiade Fisika SMP	12
4	Gambar 3.4 Penjelasan instruktur tentang permainan anak berbasis pada <i>local wisdom</i>	13
5	Gambar 3.5 Pengenalan teknologi surfaktan kepada para peserta workshop	14
6	Gambar 3.6 Foto bersama peserta dan instruktur pelatihan.	14

Daftar Lampiran

1. SURAT TUGAS MELAKSANAKAN PPM	19
2. DAFTAR HADIR PESERTA PELATIHAN	20
3. BERITA ACARA SEMINAR HASIL PPM	21
4. DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL	22
5. DOKUMENTASI KEGIATAN	24
6. LAPORAN KEUANGAN	29
7. MATERI PELATIHAN	31

Abstrak

Tujuan pengabdian ini adalah memberikan pelatihan tentang penggunaan alat ukur fisika untuk para guru IPA-Fisika di Kabupaten Gunung Kidul untuk meningkatkan ketrampilan dalam pengukuran besaran-besaran fisika, meningkatkan kemampuan menggunakan alat ukur fisika dan cara menuliskan hasil ukur beserta ralat atau ketidakpastiannya, serta membuat alat peraga fisika sederhana yang dapat diaplikasikan di sekolah masing-masing untuk menambah ketersediaan alat ukur fisika.

Metode yang digunakan adalah pelatihan atau workshop yang diselenggarakan di sekolah SMP yang memiliki fasilitas cukup lengkap untuk demonstrasi alat peraga dengan mengikutsertakan peran aktif guru sebagai sasaran pengabdian. Ada 15 guru IPA yang tersebar di wilayah Gunung Kidul diundang dalam kegiatan ini, termasuk guru yang memiliki latar belakang pendidikan IPA maupun guru yang sama sekali belum mengenyam pendidikan IPA.

Hasil dari pengabdian ini menunjukkan bahwa sebagian besar guru IPA di wilayah Gunung Kidul mengharapkan adanya keberlanjutan kegiatan ini, mengingat konsep dasar IPA termasuk pengukuran besaran fisika dan penulisannya belum sepenuhnya dikuasai oleh guru. Guru masih kesulitan dalam menjelaskan gejala fisika yang terjadi pada peristiwa fisis yang setiap hari ditemukan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Analisis Situasi

Penyelenggaraan pembelajaran IPA yang ideal identik dengan adanya kegiatan ilmiah seperti kegiatan pengamatan dan percobaan atau yang seringkali dikaitkan dengan kegiatan praktikum. Pemberian pengalaman belajar dalam kegiatan merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis, dimana diyakini dapat mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan deduktif (Ardhana *et al.*, 2004; Dimiyati dan Mujiono, 2007; Arends, 2014). Hal ini sesuai dengan misi pembelajaran IPA, yaitu membentuk sikap positif terhadap alam dengan menyadari keteraturan dan keindahan alam, mengagungkan kebesaran Tuhan Yang Maha Esa serta mengembangkan sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain. Kegiatan praktikum pada umumnya tidak terlepas dari kegiatan pengamatan dan pengukuran. Praktikum IPA, khususnya Fisika, banyak sekali menggunakan alat ukur yang memiliki karakteristik masing-masing yang membutuhkan keterampilan tertentu dari pengguna atau praktikan. Beberapa alat ukur Fisika yang sering digunakan antara lain: jangka sorong, mikrometer sekrup, termometer, neraca pegas, stopwatch, dan multimeter analog. Ketika melakukan pengukuran tidak terlepas dari besaran dan satuan. Selain itu, pengukuran dalam praktikum untuk mendapatkan data dapat dilakukan secara tunggal ataupun berulang. Kedua pengukuran ini tentu saja memiliki taraf ketelitian yang berbeda. Pengetahuan mengenai aturan angka penting dan operasinya, memegang peranan bagaimana data hasil pengukuran disajikan.

Berdasarkan wawancara yang dilakukan Ketua Tim Pengabdian pada salah satu guru IPA Fisika SMP Patuk 2 Gunungkidul (Suprapdiyanto, S.Pd) terungkap bahwa guru IPA yang berlatar belakang Pendidikan Biologi juga diberi beban untuk

mengajar Fisika. Oleh sebab itu, mereka dituntut untuk memahami materi-materi Fisika yang jauh lebih sulit dibandingkan Biologi mengingat pemahaman konsep fisika tidak hanya terbatas pada penguasaan rumus saja melainkan pemahaman secara lebih komprehensif. Lebih-lebih lagi, saat mereka harus dihadapkan dengan alat-alat ukur fisika seperti multimeter, thermometer, neraca pegas, jangka sorong, mikrometer sekrup dan alat ukur sederhana lainnya, mereka merasa masih sangat terbatas dalam penggunaan termasuk cara menuliskan hasil ukurnya. Kesulitan ini disebabkan oleh beberapa hal, anataralain (Rohmawati *et al.*, 2015; Umamah dan Mukamilah, 2017) :

- 1) Ada sebagian dari guru IPA-Fisika bukan lulusan dari jurusan Pendidikan IPA-Fisika, namun mereka tetap harus mengajar Fisika di sekolah masing-masing karena tuntutan SDM.
- 2) Kegiatan praktikum IPA lebih banyak mengamati, namun tidak melakukan pengukuran.
- 3) Ada guru memang belum bisa menggunakan alat-alat tersebut karena tidak pernah menggunakan alat tersebut,
- 4) Guru tidak punya panduan untuk mengajari siswa mengenai alat ukur dan pengukuran yang benar.
- 5) Alat ukur yang dimiliki sekolah terbatas jumlahnya dan khawatir jika rusak.
- 6) Peserta menyatakan sekolah belum memiliki sarana dan prasarana laboratorium yang lengkap ataupun belum memiliki laboratorium.

Dengan melihat kenyataan yang ada di lapangan ini, maka Tim Pengabdian Jurusan Pendidikan Fisika, merasa perlu untuk melakukan kegiatan pelatihan mengenai alat ukur dan pembuatan alat peraga sederhana yang akan bisa digunakan para guru untuk menjelaskan fenomena fisika. Kegiatan ini sangat perlu dilakukan untuk menambah keterampilan guru dalam melakukan pengukuran serta menambah kreatifitas guru dalam mengembangkan alat ukur fisika di sekolah karena sesuai kurikulum 2013 yang menitikberatkan pada metode keterampilan proses sains. Kegiatan ini juga akan memberikan kesempatan bagi para guru IPA untuk meningkatkan kompetensinya dalam usaha membuat pembelajaran yang berkualitas.

1.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan analisis situasi di atas maka permasalahan yang muncul berkaitan dengan pelatihan dan pembuatan alat peraga Fisika sederhana pada guru-guru Sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Gunung Kidul adalah:

- 1) Masih ada guru IPA-Fisika bukan lulusan dari jurusan Pendidikan IPA-Fisika, namun mereka tetap harus mengajar Fisika di sekolah karena terbatasnya SDM.
- 2) Masih ada guru belum bias atau belum mahir menggunakan alat ukur fisika termasuk cara penulisan ralat yang benar.
- 3) Ketersediaan panduan penggunaan alat ukur yang masih belum memadai.
- 4) Terbatasnya jumlah alat ukur di sekolah sehingga guru merasa khawatir jika rusak.
- 5) Sarana dan prasarana laboratorium yang belum lengkap terutama alat ukur fisika yang baik.

Dari ketiga permasalahan yang telah diidentifikasi tersebut, pengusul dapat merumuskan permasalahan-permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana para guru di Kabupaten Gunung Kidul diberikan pelatihan tentang penggunaan alat ukur fisika agar para guru meningkat ketrampilannya dalam pengukuran besaran-besaran fisika.
2. Bagaimana para guru SMP di Gunung Kidul dapat diberikan pelatihan agar mereka mampu dengan benar menggunakan alat ukur fisika dan bagaimana cara menuliskan hasil ukur beserta ralat atau ketakpastiannya.
3. Bagaimana membuat alat peraga fisika sederhana yang dapat diaplikasikan di sekolah masing-masing untuk menambah ketersediaan alat ukur fisika.

1.3 Tujuan Kegiatan

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang diidentifikasi di atas, maka kegiatan pengabdian kepada masyarakat melalui pelatihan penggunaan alat ukur fisika dan pembuatan alat peraga Fisika sederhana pada guru-guru Sekolah Menengah

Pertama di Kabupaten Gunung Kidul bertujuan sebagai berikut:

- 1) Memberikan pelatihan tentang penggunaan alat ukur fisika untuk para guru IPA-Fisika di Kabupaten Gunung Kidul untuk meningkatkan ketrampilan dalam pengukuran besaran-besaran fisika.
- 2) Memberikan pelatihan kepada para guru IPA SMP Gunungkidul agar mereka mampu dengan benar menggunakan alat ukur fisika dan cara menuliskan hasil ukur beserta ralat atau ketakpastiannya.
- 3) Memberikan pelatihan tentang pembuatan alat peraga fisika sederhana yang dapat diaplikasikan di sekolah masing-masing untuk menambah ketersediaan alat ukur fisika.

1.4 Manfaat Kegiatan

Manfaat yang dapat diperoleh melalui pelatihan ini baik kepada para guru fisika di lingkungan Kabupaten Gunung Kidul maupun Universitas Negeri Yogyakarta antara lain:

- a) Memberikan pencerahan kepada para guru di wilayah Kabupaten Gunung Kidul tentang pentingnya memiliki ketrampilan dalam menggunakan dan mengoperasikan alat ukur fisika.
- b) Memberikan kemampuan dan ketrampilan para guru IPA-Fisika dalam menggunakan alat ukur fisika
- c) Memberikan kemampuan dan keterampilan bagi para guru untuk menuliskan hasil ukur secara benar.
- d) Meningkatkan kreatifitas bagi para guru IPA-Fisika di Kabupten Gunung Kidul dalam pembuatan alat peraga Fisika sederhana.
- e) Terjalinnnya kerja sama yang harmonis dan saling menguntungkan antara fihak guru, dosen, sekolah dan Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya Jurusan Pendidikan Fisika dalam usaha meningkatkan kualitas pembelajaran di Sekolah Menengah Umum.
- f) Mensosialisasikan Universitas Negeri Yogyakarta kepada masyarakat luas dengan memperkenalkan potensi yang dimiliki dan pelayanan yang bisa

diberikan.

BAB II

Metode Kegiatan PPM

2.1 Kerangka Pemecahan Masalah

Berdasar wawancara dari salah satu guru IPA-Fisika SMP Patuk 2 Gunungkidul (Suprapdiyanto, S.Pd) diketahui bahwa jumlah guru IPA di lingkungan Sekolah Menengah Pertama Kabupaten Gunung Kidul sudah cukup memadai, artinya bahwa setiap sekolah sudah memiliki guru IPA masing-masing. Akan tetapi, jumlah guru IPA yang memadai tersebut tidak ditopang dengan keahlian atau keterampilan guru dalam penggunaan alat ukur fisika yang tersedia. Hal ini dimaklumi mengingat banyak guru IPA-Fisika bukan berlatar belakang pendidikan Fisika sehingga mereka terbatas dalam memahami dan menggunakan alat ukur fisika tersebut. Oleh sebab itu, mereka perlu diberikan sebuah kegiatan yang dapat meningkatkan kemampuan dalam menggunakan alat ukur fisika. Disamping itu, guru IPA-Fisika juga dituntut untuk dapat berinovasi dan kreatif dalam pengembangan alat peraga fisika sederhana. Hal ini penting karena untuk menjelaskan suatu konsep fisika seperti misalnya, perambatan panas secara konveksi, konduksi maupun radiasi, guru harus kreatif memberikan contoh konkrit yang bisa dilihat secara visual oleh para siswa. Oleh sebab itu, Tim Pengabdian Kelompok Dosen ini akan memberikan solusi bagi para guru IPA-Fisika SMP di kabupaten Gunung Kidul melalui kegiatan pengabdian pada masyarakat (PPM) dengan tema pelatihan penggunaan alat ukur fisika dan pembuatan alat peraga fisika sederhana bagi para guru IPA di Kabupaten Gunung Kidul.

2.2 Khalayak Sasaran

Sasaran kegiatan pelatihan penggunaan alat ukur fisika dan pembuatan alat peraga fisika sederhana bagi guru Sekolah Menengah Pertama di wilayah Kabupaten Gunung Kidul ini adalah para guru mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) khususnya Fisika yang telah memiliki latar belakang pengetahuan tentang alat ukur

fisika. Jumlah guru IPA-Fisika sebagai peserta pelatihan ini sebanyak 15 orang. Guru-guru tersebut seluruhnya direkrut dari Sekolah Menengah Pertama yang berada di wilayah Kabupaten Gunung Kidul.

2.3 Metode Kegiatan

Tempat pelaksanaan pelatihan dan pembuatan alat peraga fisika sederhana bagi guru Sekolah Menengah Pertama di wilayah Kabupaten Gunung Kidul ini adalah Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Wonosoari. Hal ini mengingat lokasi sekolah ini yang lebih mudah untuk dijangkau baik oleh para peserta pelatihan maupun Tim Pengabdian dari Jurdik Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Disamping itu, ketersediaan alat ukur fisika yang ada di SMP ini juga mampu mengakomodasi kegiatan ini.

Untuk membuat guru-guru mata pelajaran IPA-Fisika di wilayah Kabupaten Gunung Kidul menjadi terampil dalam menggunakan alat ukur fisika dan meningkatkan kreatifitasnya, maka langkah-langkah yang akan ditempuh melalui pelatihan ini antara lain

- 1) Pertama, guru akan diberikan pengetahuan tentang beberapa alat ukur fisika yang biasa digunakan dalam pengukuran besaran fisika di sekolah.
- 2) Kedua, akan dikenalkan terlebih beberapa alat ukur fisika dari yang sederhana hingga alat ukur yang memiliki keterlitan tinggi kepada para guru.
- 4) Ketiga, para guru akan diberikan pengetahuan tentang cara pengoperasian alat ukur-alat ukur tersebut.
- 5) Keempat, guru diberikan keterampilan bagaimana menuliskan hasil ukur yang benar termasuk ketidakpastian pengukuran.
- 6) Kelima, para guru dengan dibimbing oleh instruktur dilatih menggunakan alat ukur fisika dan membuat alat peraga Fisika sederhana.
- 7) Keenam, para guru akan dipersilahkan berlatih secara mandiri melakukan pengukuran serta membuat alat peraga Fisika sederhana seperti yang telah diberikan contoh oleh instruktur.

- 8) Para guru diberikan pekerjaan rumah yang dapat dikerjakan secara mandiri atau kelompok hingga mereka benar-benar mampu membuat alat peraga fisika tersebut.

BAB III

Pelaksanaan Kegiatan PPM

3.1 Hasil Pelaksanaan Kegiatan

Pengabdian pada Masyarakat (PPM) dengan tema Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisika dan Pembuatan Alat Peraga Fisika Sederhana Bagi Guru-Guru Sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Gunung Kidul telah diselenggarakan pada hari Sabtu, tanggal 28 Juli 2018. Pelatihan yang dilakukan hanya dalam satu hari ini tentunya belum dapat membuat para guru menjadi menguasai semua materi pelatihan yang diberikan oleh Tim Pengabdian. Oleh karena itu, Tim Pengabdian berharap agar para guru dapat secara mandiri atau kelompok dapat belajar sendiri di rumah/sekolah agar para guru menguasai cara mengukur besaran fisika sederhana serta mampu membuat alat peraga yang dapat diimplementasikan di sekolah.

Pelatihan penggunaan alat ukur fisika dan pembuatan alat peraga fisika ini diikuti oleh sebanyak 14 (empatbelas) guru matapelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang tersebar di wilayah Dinas Pendidikan Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Menurut proposal yang diajukan, akan diundang sejumlah 15 (limabelas) guru SMP di wilayah Gunung Kidul, namun demikian karena ada kendala teknis di lapangan yang datang sebanyak 14 orang.

Pelatihan ini telah diselenggarakan pada hari Sabtu, tanggal 28 Juli 2018. Hari tersebut bertepatan dengan liburan panjang sekolah. Meskipun begitu, selama pelatihan berlangsung antusiasme dari para guru peserta pelatihan sangat tinggi. Hal ini tercermin dari semangat mereka selama mengikuti pelatihan. Banyak pertanyaan yang disampaikan peserta pelatihan berkenaan dengan penggunaan alat ukur fisika, konsep fisika pada sebuah proses fisis yang terjadi di dalam percobaan atau eksperimen.

Materi yang disampaikan pada pelatihan ini meliputi beberapa hal esensial yang penting untuk dikuasai sebelum mereka dapat mengembangkan sendiri di rumah. Beberapa materi yang disampaikan tersebut antara lain:

1. Pengenalan alat ukur fisika sederhana

2. Pengenalan teori ketidakpastian pengukuran
3. Demonstrasi alat dan percobaan fisika sederhana
4. OSN IPA SMP di tingkat Kabupaten, propinsi dan nasional
5. Permainan anak berbasis pada *local wisdom*
6. Pengenalan teknologi surfaktan

3.2 Pembahasan

Disamping mendemonstrasikan penggunaan alat ukur fisika seperti multimeter, mistar, dan lainnya, peserta juga diberikan wawasan tentang berbagai macam percobaan sederhana yang dapat dilakukan sendiri oleh guru maupun siswa. Meskipun tampak sederhana, tetapi konsep fisika di dalamnya sangat relevan dengan konsep yang diajarkan oleh guru IPA di sekolah. Gambar 3.1 dan 3.2 menampilkan salah satu demonstrasi tentang zat cair mengalir dari tekanan tinggi ke rendah dan pembakaran membutuhkan oksigen. Percobaan ini sederhana, tetapi ternyata tidak semua guru dapat menjelaskan konsep fisika yang terjadi di dalamnya. Dengan pelatihan ini, guru dapat membuka wawasan baru dalam mengajarkan siswa melalui percobaan sederhana tetapi mampu memahamkan siswa.



Gambar 3.1 Instruktur dengan dibantu peserta melakukan demonstrasi percobaan fisika sederhana



Gambar 3.2 Antusiasme peserta dalam mengikuti pelatihan

Disamping dikenalkan dengan penggunaan alat ukur fisika dan percobaan sederhana, peserta juga diberi wawasan baru pada konsep tentang ketakpastian pengukuran. Sebagaimana diketahui, setiap pengukuran akan selalu memiliki ketakpastian yang berasal dari beberapa sumber, misalnya pengamatan, sistemik, dan random. Dari pelatihan tersebut terbukti bahwa sebagian besar guru masih menganggap bahwa alat ukur dapat mengukur dengan tepat besaran fisis yang ada. Guru masih memiliki persepsi bahwa alat ukur fisika adalah bebas dari ketidakpastian. Oleh sebab itu, kegiatan ini dapat menjadi salah satu upaya menyadarkan mereka tentang ketakpastian pengukuran besaran fisis.

Materi tambahan dalam kegiatan ini adalah tentang olimpiade fisika tingkat SMP. Olimpiade fisika merupakan salah satu ajang bergengsi bagi siswa-siswa SMP dalam mengaktualisasi pengetahuan fisika dalam sebuah ajang ilmiah. Setiap siswa juga memiliki kesempatan yang sama dalam mengikuti kompetisi ini, tanpa memandang dari sekolah mana mereka berasal. Pemberian materi ini ternyata dapat memberi semangat dan antusiasme peserta dalam mengikuti kegiatan semakin tinggi. Beberapa pertanyaan tentang materi dalam olimpiade fisika dilontarkan oleh peserta, misalnya cakupan materi yang diujikan dan trik-trik lolos dalam kompetisi tersebut. Gambar 3.3 menampilkan salah satu instruktur sedang menjelaskan tentang OSN IPA tingkat SMP.



Gambar 3.3 Penjelasan instruktur tentang Olimpiade Fisika SMP

Materi tambahan lainnya adalah tentang permainan anak yang mengandung konsep-konsep fisika berdasarkan *local wisdom*. Sebagaimana diketahui, Indonesia memiliki ratusan suku bangsa dan kebudayaan beragam. Dari keberagaman suku bangsa dan tradisi kebudayaan tersebut melahirkan keberagaman permainan anak yang beragam pula. Permainan-permainan tersebut perlu dijelaskan kaidah-kaidah fisika yang ada di dalamnya. Sebagai contoh, permainan *benthik* dari Jawa Tengah dan Yogyakarta. Konsep fisika di dalam permainan ini kemudian dapat digali, antara lain impuls, gaya, momentum, dan torsi. Konsep fisika yang diajarkan dengan bersandarkan pada permainan-permainan yang biasa dilakukan ini akan membuat siswa semakin akrab dengan fisika itu sendiri. Gambar 3.4 menampilkan salah satu instruktur sedang menjelaskan permainan anak berbasis pada *local wisdom* tersebut.



Gambar 3.4 Penjelasan instruktur tentang permainan anak berbasis pada *local wisdom*

Satu lagi materi tambahan dalam kegiatan ini adalah tentang surfaktan. Materi ini disampaikan oleh Dr. Suparno sebagai seorang yang ahli di dalam teknologi surfaktan. Pengenalan teknologi ini penting bagi para peserta karena teknologi ini setiap hari ditemukan dan digunakan. Sebagai contoh sabun untuk mencuci pakaian atau digunakan untuk membersihkan badan. Bagaimana cara melakukan pencucian pakaian dengan sabun ini secara benar, maka kita perlu memahami konsep tentang surfaktan tersebut sehingga hasil pencucian diperoleh hasil maksimal.



Gambar 3.5 Pengenalan teknologi surfaktan kepada para peserta workshop



Gambar 3.6 Foto bersama peserta dan instruktur pelatihan.

3.2 Evaluasi Kegiatan PPM

Pada akhir pelatihan ini peserta diberikan kesempatan untuk memberikan

evaluasi selama pelaksanaan berlangsung dengan memberikan pesan dan kesan selama mereka mengikuti pelatihan ini. Diantara kesan dan pesan yang disampaikan tersebut antara lain:

1. Pelatihan ini sangat menarik dan berguna bagi pengembangan ilmu fisika ke depan
2. Sebaiknya pelatihan diadakan terus menerus setiap tahun.
3. Guru-guru yang belum memperoleh kesempatan mengikuti pelatihan dimohon untuk diundang pada kesempatan lain.
4. Sering-sering mengadakan pelatihan dan mohon diundang lagi.
5. Merasa puas dan sangat berguna.

Disamping itu, ternyata tidak semua guru fisika memiliki latar belakang pendidikan Fisika sedangkan mereka harus menjelaskan konsep-konsep fisika kepada siswa tingkat dasar. Ini akan menjadi masalah ke depannya bagi siswa mengingat konsep fisika yang diterima dari guru kurang tepat. Oleh sebab itu, pelatihan semacam ini perlu dilakukan berulang kali supaya guru dapat meningkatkan pemahaman fisiknya dengan benar.

Faktor Pendukung

Antusiasme dan rasa ingin tahu dari para peserta pelatihan merupakan faktor penting bagi tercapainya tujuan dari pelatihan ini. Meskipun ada beberapa guru yang tidak memiliki latar belakang pendidikan Fisika, namun semangat tinggi yang mereka miliki cukup dapat membuat pelatihan selama sehari penuh tersebut dapat berjalan lancar dan penuh dengan keakraban.

Dukungan dari institusi antara lain LPPM UNY, Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA dan Dinas Pendidikan Kabupaten Gunung Kidul juga sangat membantu terselenggaranya pelatihan tersebut. Dari pihak jurusan selalu berharap agar jurusan Pendidikan Fisika dapat dikenal oleh masyarakat, salah satunya melalui kegiatan PPM. Demikian pula, pihak LPPM juga berharap agar pengetahuan yang dimiliki oleh dosen agar dapat disumbangkan kepada masyarakat untuk meningkatkan kompetensi

masyarakat dalam Fisika. Penguasaan Tim Pengabdian dalam bidang Fisika dan laboran yang menangani masalah teknis juga turut membantu dalam mengatasi permasalahan di lapangan.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Melalui kegiatan pelatihan penggunaan alat ukur fisika dan pembuatan alat peraga fisika sederhana bagi guru-guru Sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Gunung Kidul dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

- [1] Pelatihan penggunaan alat fisika sederhana adalah penting untuk membantu guru di Gunung Kidul, khususnya mereka yang tidak memiliki latar belakang fisika bisa memahami konsep fisika serta cara mengukur besaran fisika dengan benar.
- [2] Pelatihan penggunaan alat fisika sederhana menambah kompetensi guru fisika dalam bidang fisika dan pengukuran besaran fisika.
- [3] Memberikan alternatif bagi para guru fisika di kabupaten Gunung Kidul dalam menyampaikan materi yang bervariasi dan atraktif, sehingga fisika tidak menjenuhkan bagi siswa

2. Saran

Adapun saran yang diberikan sehubungan dengan pelatihan penggunaan alat ukur fisika sederhana ini antara lain:

- Perlu ada tindak lanjut pelatihan yang serupa. Hal ini untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika dan penggunaan alat ukur fisika secara benar.
- Perlu adanya pelatihan serupa di wilayah lain agar guru-guru di tempat lain juga memiliki kompetensi dalam pengukuran besaran fisika sederhana.
- Ke depan pelatihan perlu diberikan kepada para guru sekolah menengah atas dengan alat ukur yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, W., Purwanto, Kaluge, L., dan Santyasa, I.W., 2004, Implementasi Pembelajaran Inovatif untuk Pemahaman dalam Belajar Fisika di SMU, *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 11, 2, 152-168.
- Arends, R. I., 2014, *Learning To Teach 6th Edition*, New York: The Mc GrawHill Companies.
- Dimiyati dan Mudjiono, 2007, *Belajar dan Pembelajaran*, Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Rineka Cipta.
- Rohmawati, L., Suchyo, I., Arief, A., dan Anggaryani, M., 2015, Pelatihan Penggunaan Alat Ukur dan Pengukuran Bagi Guru IPA SMP Wilayah Sidoarjo, *Jurnal Abdi*, 1, 1, 2460-5514.
- Umamah, C dan Mukamilah, S., 2017, Pemanfaatan Bahan Sisa Sebagai Media Pembelajaran IPA Melalui Gelar Aksi Taman Pintar Bagi Siswa Sekolah Dasar di Desa Kaduara Barat Kecamatan Larangan, *Seminar Nasional Hasil Pengabdian kepada Masyarakat (SENIAS) 2017*, Universitas Islam Madura, 208-212.

SURAT TUGAS MELAKSANAKAN PPM



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Jalan Colombo Nomor 1 Yogyakarta 55281
Telepon (0274) 565411 Pesawat 217, (0274) 565411 (TU), fax, (0274) 548203
Laman : fmipa.uny.ac.id, E-mail : humas_fmipa@uny.ac.id

SURAT TUGAS
NO. : 1707/UN.34.13/KP/2018

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta memberikan tugas kepada :

No	Nama	NIP	Pangkat/Gol.	Jabatan
1	Dr. Warsono, M.Si.	19681101 199903 1 002	Penata Tk. I / III/d	Lektor
2	Wipar Sunu Brams Dwandaru, Ph.D.	19800129 200501 1 003	Penata / III/c	Lektor
3	Suparno, Ph.D.	19600814 198803 1 003	Penata / III/c	Lektor
4	Dr. Ariswan	19590914 198803 1 003	Pembina / IV/a	Lektor Kepala
5	Fita Prasetyowati, M.Si.	19800728 200604 2 001	Penata / III/c	Lektor
6	Dr. Supardi, M.Si.	19711015 199802 1 001	Penata / III/c	Lektor

Keperluan / Acara : Melaksanakan PPM dengan Judul "Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisika dan Pembuatan Alat Peraga Sederhana bagi Guru-guru Sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Gunungkidul"

Hari, Tanggal : Sabtu, 28 Juli 2018

Tempat : SMPN 1 Wonosari

Keterangan : Berdasarkan surat permohonan dari Kajurdik Fisika nomor: 64/UN34.13/FIS/KP/2018 tanggal 27 Juli 2018

Surat tugas ini diberikan untuk dilaksanakan sebaik-baiknya dan mohon melaporkan hasilnya kepada Dekan.

Yogyakarta, 27 Juli 2018
Dekan



Dr. Hartono
NIP. 19620329 198702 1 002

- Tembusan :
1. Wakil Dekan I dan II FMIPA
 2. Kajurdik Fisika
 3. Kabag UKP FMIPA
 4. Yang Bersangkutan



SIGIT SURYONO, S.Pd, M.Pd








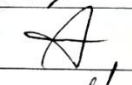


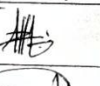

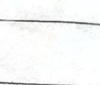
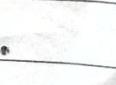
DAFTAR HADIR PESERTA PELATIHAN

DAFTAR HADIR PESERTA KEGIATAN PPM

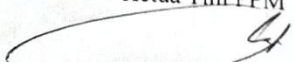
Judul Kegiatan : **Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisika dan Pembuatan Alat Peraga Fisika Sederhana Bagi Guru-Guru Sekolah Menengah Pertama di Kabupaten Gunung Kidul**

Hari/Tanggal : Sabtu, 28 Juli 2018

Tempat : SMPN 1 Wonosari Gunung Kidul

No	Nama	NIP	Asal Sekolah	Tanda Tangan
1	Afif Budiatwan, S.Pd.Si	198502082009031001	SMPN 1 Paliyan	
2	Sigit Suryono	197611202005011006	SMPN 1 Wonosari	
3	TINUK ARBANINGSIH	196902041997022002	SMPN 3 Playen	
4	Dania Suryantari	19870214200012019	SMPN 1 Tangung Sari	
5	Sigit Fajar Hidayah	198409182010011017	SMPN 9 Nglipar	
6	Supriyanti	1970070219850401	SMPN 2 Ratus	
7	Purwantoro P	1968092519540101	SMP PGRI Semang	
8	Dwi Notiyono	198411192010011012	SMP 5 Pangkasari	
9	Retho Anggraeni	19800313200642008	SMP 1 Tepus	
10	Sri Wahyu Prayitno	198209012009031004	SMP 4 Semin	
11	Lili Nur Kholidah	198210112009032004	SMP 2 Purwosari	
12	Triyono	198404182010011016	SMP 2 Semin	
13	Tuti Rahma TY	198107032007032004	SMPN 2 Purwosari	
14	Karmen	197211181998021001	SMP 1 Semin	
15				
16				
17				

Wonosari,
Ketua Tim PPM



BERITA ACARA SEMINAR HASIL PPM



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Karangmalang Yogyakarta 55281, Telepon 586168, Pesawat 217, 218, 219

BERITA ACARA PELAKSANAAN SEMINAR HASIL PPM

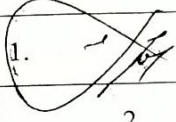
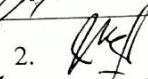
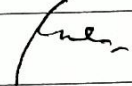


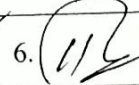
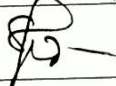


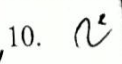



1. Nama Pelaksana : Dr. Supardi, M.Si
 2. Jurusan/Prodi : Pend. Fisika / Fisika
 3. Fakultas : MIPA
 4. Judul PPM : Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisika dan Pembuatan Alat
Peraga Fisika Sederhana bagi Guru SMP di Gunung Kidul
 5. Pelaksanaan : Hari Sabtu Tanggal 29 Juli 2018 Jam 09.00 - 15.00
 6. Tempat : SMP N 1 Wonosari
 7. Dipimpin oleh : Ketua Drs. Yusman Wiyatno, M.Si
Sekretaris SUMARNA, M.Si
 8. Peserta yang hadir : a. Konsultan : - orang
b. Nara sumber : - orang
c. Reviewer : 1 orang
d. Peserta lain : 19 orang
- Jumlah : 20 orang





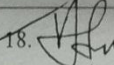
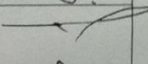
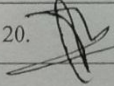
SARAN-SARAN

- ① Pelatihan sebaiknya dilanjutkan & daerah lain
karena respon sangat baik.

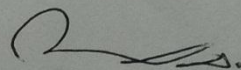
DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL

Nama Pelaksana PPM : Dr. Suparko, M.Si dkk
Jurusan / Prodi : Pendidikan Fisika / Fisika
Fakultas : MIPA UNY
Hari / Tanggal : Jumat / 07 Desember 2018
Judul PPM : Pelatihan Penggunaan Alat Ukur Fisik
 Sederhana Bagi Guru SMP &
 Kab-Gunung Kidul

No.	Nama	Unit Kerja	Tanda Tangan
1.	Pujianto	FMIPA UNY	1. 
2.	Sumarna		2. 
3.	Bambang Ruranto		3. 
4.	Yusman Wiyutmu		4. 
5.	Rahayu Dwisisi SR		5. 
6.	Supahar		6. 
7.	SUKARDIYONO		7. 
8.	DENNY DARMAWAN		8. 
9.	MUR KADARISMANI, M.Sc		9. 
10.	Laila Katriani		10. 
11.	Supatwoto		11. 
12.	Nesti Wedatmoro		12. 
13.	Kuncoro Ash M		13. 

14.	W.S. Bramo D.		14. 
15.	Agus Purwanto		15. 
16.	Rita P		16. 
17.	Jumadi		17. 
18.	Eti Istiyono		18. 
19.	Supardi		19. 
20.	Ariswan		20. 
21.			21.
22.			22.
23.			23.
24.			24.
25.			25.
26.			26.
27.			27.
28.			28.
29.			29.
30.			30.

Yogyakarta, 07 Desember 2018
Ketua Sidang,



Yusman Wiyatmo, M.Si.
NIP. 196807121993031004

DOKUMENTASI KEGIATAN



Gambar 4.1 Peserta dan instruktur saling berinteraksi



Gambar 4.2 Salah satu instruktur sedang mempersiapkan presentasi di depan peserta pelatihan



Gambar 4.3 Sambutan dari ketua MGMP IPA Gunung Kidul



Gambar 4.4 Instruktur sedang memberikan materi tentang penggunaan alat fisika sederhana



Gambar 4.5 Suasana pelatihan



Gambar 4.6 Dua mahasiswa berpartisipasi dan terlibat dalam PPM



Gambar 4.7 Dr. Bram sedang menjelaskan tentang OSN SMP DIY



Gambar 4.8 Dr. Suparno sedang menjelaskan tentang teknologi surfaktan



Gambar 4.9 Antusiasme peserta pelatihan



Gambar 4.10 Demonstrasi alat dengan diikuti oleh peserta pelatihan

LAPORAN KEUANGAN

1. Peralatan

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Biaya per satuan (Rupiah)	Jumlah Total (Rupiah)
1	Modul workshop	21 buah	50.000,00	1.050.000,00
2	Properti bekas untuk pembuatan alat peraga	21 buah	100.000,00	2.100.000,00
SUB TOTAL 1				3.150.000,00

2. Bahan Habis Pakai

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Biaya per satuan (Rupiah)	Jumlah Total (Rupiah)
1	Kertas HVS 80 gram merk Bola Dunia	3 rim	50.000,00	150.000,00
2	Cartridge printer	2 buah	200.000,00	400.000,00
3	Undangan	15 buah	20.000,00	300.000,00
4	Konsumsi peserta workshop selama 2 hari	2 x 23	50.000,00	2.300.000,00
SUB TOTAL 2				3.150.000,00

3. Workshop

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Biaya per satuan (Rupiah)	Jumlah Total (Rupiah)
1	Transport peserta workshop selama 2 hari	2 x 23	30.000,00	1.800.000,00
SUB TOTAL 2				1.800.000,00

4. Laporan dan Publikasi

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Biaya per satuan (Rupiah)	Jumlah Total (Rupiah)
1	Pembuatan Laporan	2	450.000,00	900.000,00
SUB TOTAL 4				900.000,00

JUMLAH TOTAL	Rp 9.000.000,00
Terbilang	Sembilan juta rupiah

MATERI PELATIHAN

TEORI PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN

PELATIHAN PENGGUNAAN ALAT UKUR FISIKA DAN PEMBUATAN
ALATPERAGA FISIKA SEDERHANA UNTUK GURU-GURU SMP DI KABUPATEN
GUNUNG KIDUL

Pendahuluan

Pengukuran secara umum terbagi dua:

- Pengukuran Langsung
- Pengukuran Tak langsung

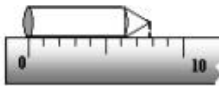
Pengukuran Langsung, dapat dilakukan dengan dua cara:

- Pengukuran Tunggal
- Pengukuran Berulang

Lanjutan

Pengukuran besaran fisika baik secara langsung maupun tak langsung berpengaruh terhadap keakuratan dan kepresisian hasil ukur yang diperoleh

Mengapa muncul ketidakpastian pengukuran?



Pengukuran selalu memperoleh hasil yang memiliki nilai bukan sebenarnya.

Hasil pengukuran hanya memiliki nilai terbaik → mendekati sesungguhnya


Nilai sebenarnya tidak pernah diperoleh dari hasil pengukuran karena adanya keterbatasan skala terkecil dari alat ukur → ketidakpastian atau ralat dalam pengukuran

Sumber ketidakpastian

- **Adanya nilai skala terkecil**
- **Adanya ketidakpastian bersistem**
- **Keterbatasan pengamat**



Langkah penghindaran kesalahan pengukuran

- ❑ **Memilih alat yang lebih peka**
 - ❑ **Lakukan kalibrasi sebelum digunakan**
 - ❑ **Lakukan pengamatan dengan posisi yang tepat**
 - ❑ **Tentukan angka taksiran yang tepat**
- 

Penentuan angka taksiran

- ❑ Semua hasil pengukuran merupakan angka penting.
- ❑ Angka penting memuat angka pasti dan satu angka taksiran
- ❑ Angka taksiran ditentukan dari setengah skala terkecil
- ❑ Angka penting juga dipengaruhi spesifikasi alat yang digunakan

Cara menuliskan ketidakpastian pengukuran

Hasil pengukuran sering dituliskan dalam bentuk :

$$(\bar{X} \pm S_x)$$

Nilai terbaik ditunjukkan dengan \bar{X} dan ketidakpastian atau ralat ditunjukkan dengan S_x .

Lanjutan

Hasil pengukuran dituliskan :

1. $(\bar{x} \pm s_x)$ satuan,
2. S_x (ralat) hanya mengandung satu angka penting
3. Penulisan $(\bar{x} \pm s_x)$ memiliki makna nilai pengukuran berada pada rentang $(\bar{x} - s_x)$ sampai dengan $(\bar{x} + s_x)$.

Pengukuran Tunggal

Nilai ketidakpastian pada umumnya besarnya sama dengan $\frac{1}{2}$ skala terkecil

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

Pengukuran Berulang

$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

Ketidakpastian Relatif

Ketidakpastian yang ditulis Δx disebut ketidakpastian mutlak dari besaran x

Besar kecilnya Δx dapat menggambarkan mutu alat ukur, tetapi belum dapat digunakan untuk menilai mutu hasil pengukuran

Lanjutan

Untuk dapat memberikan informasi langsung mengenai mutu pengukuran yang disebut ketelitian pengukuran digunakan ketidakpastian relatif

$$\text{Ketidakpastian relatif} = \frac{\Delta x}{x}$$

Semakin kecil ketidakpastian relatif, akan semakin tinggi ketelitian pengukuran

Lanjutan

Misal, sebuah batang diukur panjangnya sekitar 1 m, bila diukur dengan penggaris biasa dapat memberikan hasil

$$L_A = (100,0 \pm 0,5) \text{ cm}$$

Bila alat yang sama digunakan untuk mengukur batang B yang panjangnya sekitar 10 cm, hasilnya ditulis

$$L_B = (10,0 \pm 0,5) \text{ cm}$$

Ketidakpastian relatif	$= \frac{\Delta x}{x}$		$\frac{\Delta L_A}{L_A} = \frac{5}{1000} = 0,5\%$
			$\frac{\Delta L_B}{L_B} = \frac{5}{100} = 5\%$

Perambatan Ralat

- Pada kenyataannya banyak besaran yang tidak dapat ditentukan secara langsung tetapi harus dihitung dari berbagai besaran-besaran yang diukur secara langsung.
- Misalkan besaran z merupakan suatu fungsi dari besaran x dan y sehingga dinyatakan sebagai $z = z(x,y)$.
- Hasil pengukuran z harus dilaporkan sebagai $z = z_0 \pm \Delta z$
- Dengan

$$\Delta z = \left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)_{x_0, y_0} \Delta x + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_{x_0, y_0} \Delta y$$

Ketidakpastian Besaran yang Tidak Langsung Diukur

Misalkan, besaran yang akan ditentukan adalah z yang merupakan fungsi $z = f(x, y, \dots)$. dalam hal ini variabel fungsi merupakan hasil pengukuran $(x \pm \Delta x)$, $(y \pm \Delta y)$,

Untuk memperoleh ketidakpastian z yaitu Δz digunakan persamaan umum.

$$\Delta z = \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 (\Delta y)^2 + \dots \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\Delta z = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 (\Delta x)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 (\Delta y)^2 + \dots}$$