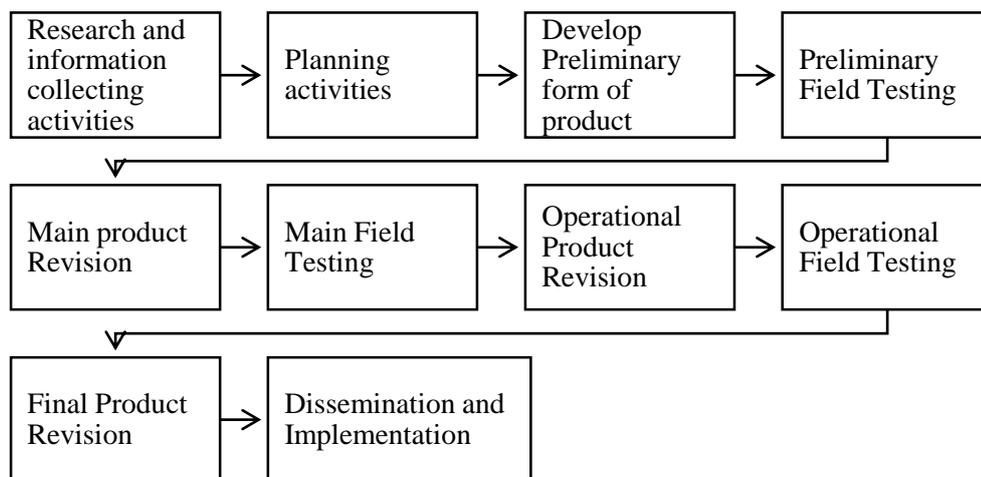


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Desain penelitian untuk mengembangkan multistrategi pembelajaran yang terdiri dari strategi membaca buku teks fisika, merepresentasi konsep fisika dan menulis materi ajar multimodus representasi untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains yang diimplementasikan dalam mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah Lanjutan pada penelitian ini adalah *research and development (R & D)* (Gall & Borg, 2003). Penelitian pengembangan R & D menurut Gall & Borg (2003) adalah proses yang sistematis yang bertujuan mengembangkan, memperbaiki, dan menilai program dan produk pendidikan. Langkah-langkah penelitian R & D seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 ini pada umumnya digunakan oleh para peneliti untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada, kemudian dievaluasi sehingga diperoleh kriteria tertentu yang lebih efektif.



Gambar 3.1. Langkah-langkah R&D menurut Gall & Borg

Proses penelitian pengembangan pendidikan dilakukan melalui beberapa tahap dimana setiap tahap yang dikembangkan selalu merujuk pada hasil-hasil tahap sebelumnya sampai akhirnya diperoleh suatu produk yang baru. Tahap-tahap *Research & Development* yang diusulkan oleh Gall & Borg (1989) mencakup sepuluh tahap yaitu:

a. *Research and information collecting activities*

Aktivitas studi pendahuluan dan pengumpulan informasi mencakup aktivitas studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji, melakukan analisis kebutuhan, penelitian dalam skala kecil, dan melakukan persiapan untuk menetapkan kerangka kerja penelitian.

b. Planning activities

Aktivitas perencanaan mencakup penetapan keterampilan, keahlian dan kecakapan tertentu yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi, menetapkan tujuan yang akan dicapai dari penelitian, dan jika mungkin/diperlukan melaksanakan studi kelayakan secara terbatas.

c. Develop preliminary form of product

Aktivitas pengembangan produk awal mencakup; (1) menetapkan desain produk; (2) menentukan sarana dan prasarana penunjang proses *research & development*; (3) menentukan tahap-tahap pelaksanaan uji desain di lapangan; (4) menyiapkan pedoman untuk melakukan uji lapangan; (5) melaksanakan evaluasi terhadap kelayakan sarana pendukung.

d. Preliminary field testing

Aktivitas ujicoba pendahuluan adalah melakukan ujicoba dalam lingkup terbatas. Adapun subjek yang terlibat dalam ujicoba pendahuluan sebanyak 6 hingga 12 subjek. Pengumpulan data pada ujicoba pendahuluan dapat dilakukan melalui wawancara, observasi atau angket.

e. Main product revision

Aktivitas pada tahap ini adalah melakukan revisi terhadap produk awal. Revisi dilakukan berdasarkan pada analisis data hasil ujicoba pendahuluan. Revisi bisa saja dilakukan berulang kali untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian sehingga dihasilkan sebuah produk yang siap untuk diujicobakan dalam skala lebih luas.

f. Main field testing

Aktivitas pada tahap ini adalah melakukan ujicoba terhadap produk awal yang telah direvisi dengan subyek yang terlibat dalam ujicoba utama ini sebanyak 30 hingga 100 orang. Untuk memperoleh data kinerja atau keefektifan dari produk sesudah produk direvisi maka pengumpulan data dilakukan secara kuantitatif. Tujuan dari ujicoba utama ini adalah untuk mengevaluasi

peningkatan produk hasil rancangan produk yang telah direvisi. Oleh karena itu umumnya kegiatan yang dilakukan pada tahap ini menggunakan desain penelitian eksperimen.

g. Operational product revision

Aktivitas pada tahap ini adalah melakukan perbaikan terhadap hasil ujicoba sebelumnya yakni ujicoba utama, sehingga produk yang dikembangkan sudah merupakan desain model operasional yang siap divalidasi.

h. Operational field testing

Aktivitas pada tahap ini adalah melakukan uji validasi terhadap model operasional yang telah direvisi. Ujicoba operasional melibatkan 40 sampai dengan 200 subyek pada 10 sampai 30 sekolah. Untuk mendapatkan data yang akan dianalisis hasilnya, instrumen yang digunakan biasanya berbentuk angket, wawancara, dan observasi. Tujuan aktivitas pada tahap ini adalah untuk memperoleh informasi apakah produk yang dikembangkan sudah siap untuk diterapkan di sekolah tanpa adanya panduan atau pendampingan dari peneliti/pengembang model.

i. Final product revision

Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah memperbaiki produk yang dikembangkan sehingga dihasilkan produk akhir yang siap diimplementasikan.

j. Dissemination and implementation

Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah menyebarluaskan produk yang telah dikembangkan dan telah melalui tahap-tahap revisi. Aktivitas utama pada tahap ini adalah mengomunikasikan dan mensosialisasikan temuan atau produk hasil penelitian melalui seminar hasil penelitian, publikasi pada jurnal, maupun pemaparan kepada pemegang kebijakan yang terkait dengan hasil yang diperoleh dari penelitian.

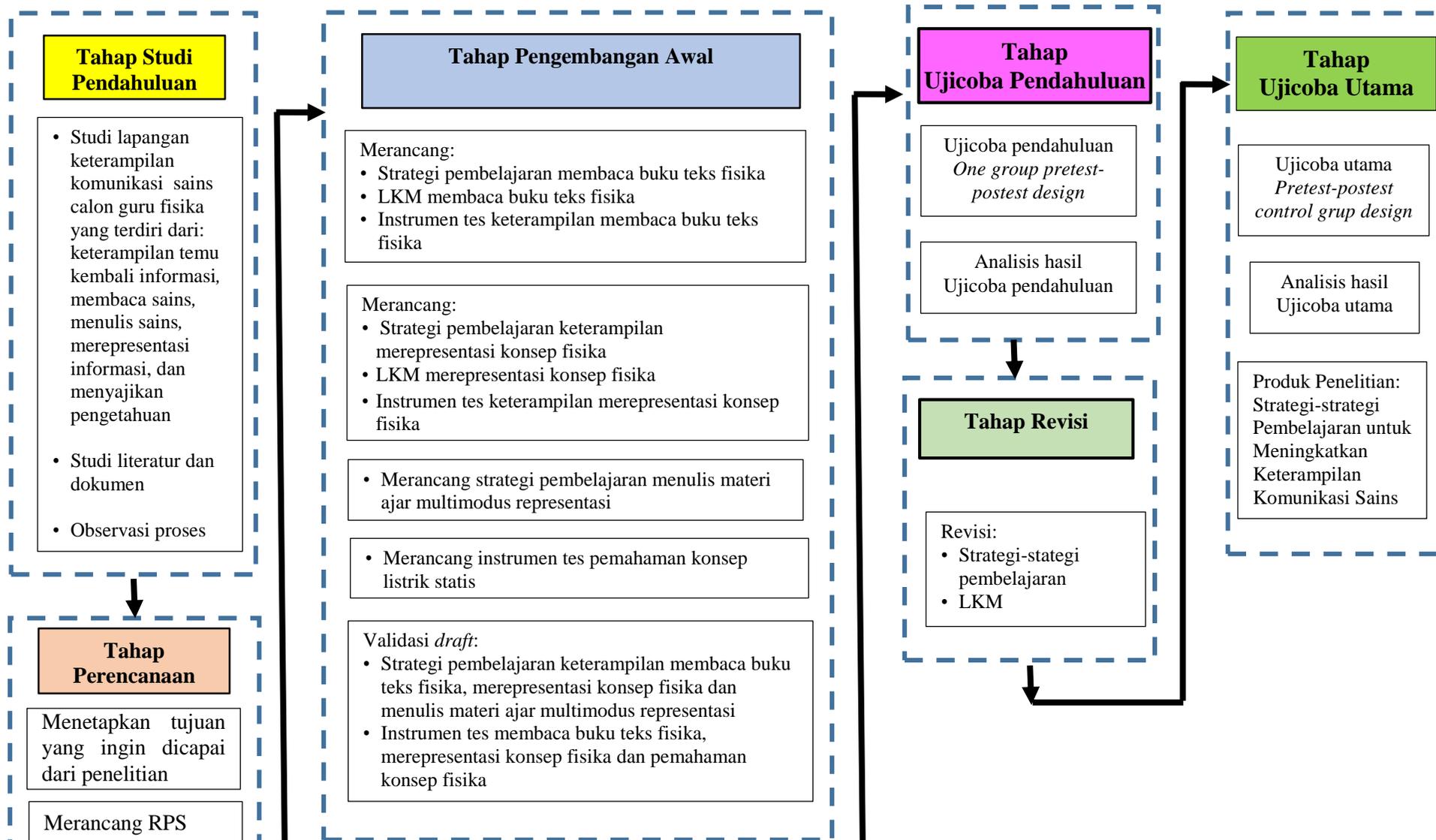
Penerapan R&D dalam penelitian ini tidak dilakukan secara lengkap tapi hanya sampai tahap ujicoba utama (*main field testing*). Uji-lapangan operasional (*Operational field testing*) tidak dilakukan karena keterbatasan waktu.

3.2. Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini menerapkan tahap-tahap penelitian pengembangan dengan merujuk pada *research and development (R & D)* (Gall &

Borg, 1983). Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 3.2 yang meliputi studi pendahuluan, perencanaan, mengembangkan rancangan strategi pembelajaran, ujicoba pendahuluan, merevisi produk dan ujicoba utama. Dalam penelitian ini, dikembangkan multistrategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains yaitu keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi bagi mahasiswa calon guru fisika. Langkah yang dilakukan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains adalah dengan cara mengimplementasikan strategi-strategi pembelajaran tertentu sehingga keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi mahasiswa calon guru fisika meningkat lebih baik.

Setelah strategi-strategi pembelajaran yang dibangun diasumsikan efektif selanjutnya dilakukan uji keefektifan melalui tahap ujicoba untuk mengetahui keefektifannya dalam meningkatkan keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika, pemahaman konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi. Prosedur penelitian pengembangan strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains dilakukan melalui beberapa tahap yang dijelaskan pada bagian berikut.



Gambar 3.2. Prosedur Penelitian

3.2.1. Tahap Studi Pendahuluan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap studi pendahuluan meliputi studi literatur dan studi lapangan. Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang standar kompetensi ideal keterampilan komunikasi seorang guru sains. Pada kegiatan studi literatur ini dilaksanakan kegiatan analisis terhadap: 1) kompetensi guru fisika, 2) kemampuan yang harus dimiliki oleh calon guru fisika, 3) tujuan perkuliahan pendalaman fisika sekolah untuk calon guru fisika, 4) kurikulum pendidikan fisika yang terkait dengan keterampilan membaca buku teks fisika, merepresentasi konsep fisika dan menulis materi ajar, 5) teori-teori yang melandasi pentingnya pembekalan keterampilan membaca buku teks fisika, merepresentasi konsep fisika dan menulis materi ajar, dan 6) hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian.

Pada tahap studi lapangan dilakukan aktivitas: 1) Studi dokumen untuk mengetahui RPS mata kuliah yang relevan dengan keterampilan komunikasi sains mahasiswa yang masih rendah dan 2) observasi pelaksanaan kegiatan perkuliahan Pendalaman Fisika Sekolah. Kegiatan lainnya pada studi lapangan adalah: 1) memberikan tes kepada mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan pendalaman fisika sekolah untuk mengetahui keterampilan membaca teks fisika dan keterampilan merepresentasi konsep fisika, 2) menilai hasil karya materi ajar yang ditulis mahasiswa dalam tugas kuliah Pendalaman Fisika Sekolah II dan skripsi dalam format artikel jurnal untuk mengetahui keterampilan menulis.

3.2.2. Tahap Perencanaan

Aktivitas perencanaan mencakup penetapan keterampilan, keahlian dan kecakapan tertentu yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi dan menetapkan tujuan yang akan dicapai dari penelitian. Berdasarkan hasil observasi terhadap dokumen-dokumen perkuliahan, dan wawancara kepada mahasiswa, disimpulkan bahwa belum tampak adanya pembelajaran yang secara khusus membekalkan keterampilan membaca teks fisika dan keterampilan merepresentasi konsep fisika. Berdasarkan observasi langsung terhadap kegiatan perkuliahan, keterampilan menulis materi ajar sudah dibekalkan, namun belum memasukkan aspek multimodus representasi sehingga kedalaman dan keluasan konten materi masih kurang dan belum memfasilitasi keragaman karakter siswa SMA/MA

sebagai pembacanya. Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dari studi pendahuluan melalui studi lapangan ditemukan bahwa keterampilan komunikasi mahasiswa calon guru dalam membaca teks fisika, keterampilan representasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi perlu ditingkatkan.

Pada tahap ini dihasilkan Rencana Program Semester untuk diterapkan dalam perkuliahan pendalaman fisika sekolah lanjutan. Strategi-strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi selanjutnya diwujudkan dalam RPS yang memuat capaian pembelajaran, kemampuan akhir capaian pembelajaran, materi pembelajaran, metoda pembelajaran, pengalaman belajar, kriteria penilaian dan alokasi waktu untuk diimplementasikan dalam mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah.

Rancangan RPS disesuaikan dengan karakteristik program perkuliahan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains bagi mahasiswa calon guru fisika. Program perkuliahan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains bagi mahasiswa calon guru fisika disajikan dalam mata kuliah pendalaman fisika sekolah selama satu semester karena RPS dirancang untuk memenuhi kebutuhan keterampilan membaca buku teks fisika pada materi listrik statis menggunakan strategi RSQ, keterampilan merepresentasi konsep listrik statis dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi yang memerlukan waktu pembelajaran selama satu semester 15 kali pertemuan di kelas. RPS dapat dilihat pada bagian Lampiran B.3

3.2.3. Tahap Pengembangan Produk Awal

Tahap pengembangan produk awal dilakukan berdasarkan hasil studi literatur dan studi lapangan. Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan, yaitu: 1) perancangan strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan membaca buku teks fisika dan keterampilan merepresentasi konsep fisika berikut LKM penunjangnya serta keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi, 2) perancangan RPS, 3) penyusunan tes keterampilan membaca buku tes fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan tes pemahaman konsep Listrik Statis, dan dan 4) menyusun rubrik penilaian keterampilan keterampilan membaca

buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi.

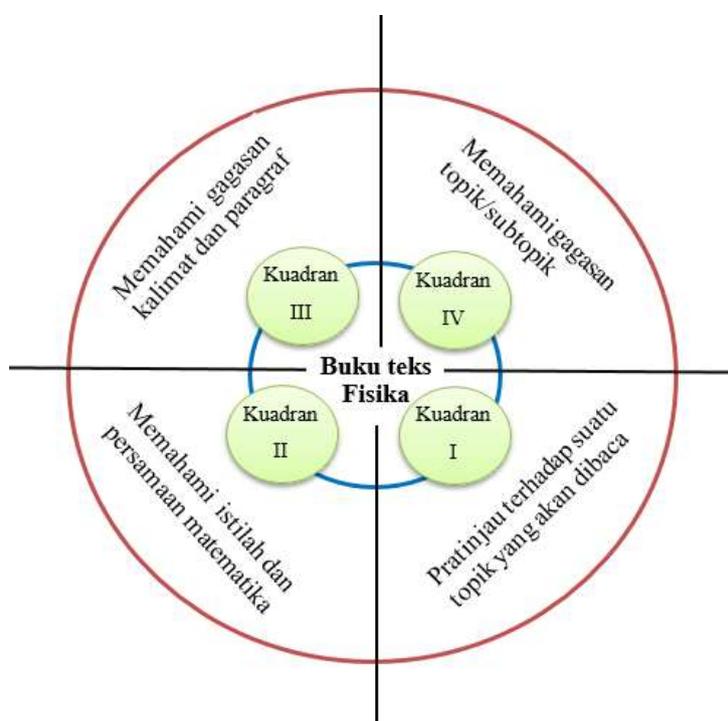
Strategi-strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi didesain berdasarkan studi literatur yang terkait dengan strategi membaca teks sains, representasi konsep sains dan strategi menulis secara umum. Kemudian strategi-strategi tersebut dianalisis dan dikembangkan untuk disesuaikan dengan tujuan pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains pada mahasiswa calon guru fisika. Desain Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) merujuk pada konten materi dan strategi pembelajarannya. Pada penelitian ini dirancang LKM yang konstruksinya bertujuan untuk melatih keterampilan membaca buku teks fisika dan keterampilan merepresentasi konsep fisika.

Strategi-strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi selanjutnya diwujudkan dalam RPS yang memuat capaian pembelajaran, kemampuan akhir capaian pembelajaran, materi pembelajaran, metoda pembelajaran, pengalaman belajar, kriteria penilaian dan alokasi waktu untuk diimplentasikan dalam mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah yang pelaksanaannya dilakukan selama satu semester (15 pertemuan).

a. Rancangan Strategi Membaca Buku Teks Fisika

Membaca buku teks fisika memerlukan strategi khusus. Karakter bilingual teks fisika yang terdiri dari bahasa simbol (sistem matematis) dan linguistik tidak hanya berkontribusi pada penampilan yang buruk tetapi juga dapat mengakibatkan kesulitan kognitif pembaca (Alexander & Kulikovich, 1994). Teks fisika banyak diselengi dengan serangkaian simbol dan persamaan matematis, semakin memperkuat sifat sulitnya. Namun dari hasil penelusuran riset terkait strategi membaca teks fisika hanya ada satu strategi yang diajukan yaitu strategi *A/Q* (Koch & Eckstein, 1991), selebihnya adalah strategi dalam membaca teks dalam mata pelajaran biologi (mis. McNamara, 2004; Smeck dkk, 2014) dan kimia (mis. Leopold & Leutner 2012; Schwamborn, et al, 2010). Berdasarkan analisis studi pendahuluan dan studi literatur terkait pembelajaran membaca khususnya

penggunaan strategi dalam membaca teks sains yang bertujuan untuk meningkatkan pemahaman terhadap teks sains pada tingkat *deep level comprehension*, maka dalam penelitian ini dikembangkan sebuah strategi membaca yang dinamai *Reading Strategy Quadrant (RSQ)* yang bertujuan agar mahasiswa memiliki keterampilan yang lebih baik saat membaca buku teks fisika sehingga dapat meningkatkan pemahaman terhadap bacaan pada tingkat *deep level comprehension*. Diagram strategi membaca *Reading Strategy Quadrant (RSQ)* diperlihatkan pada Gambar 3.3.



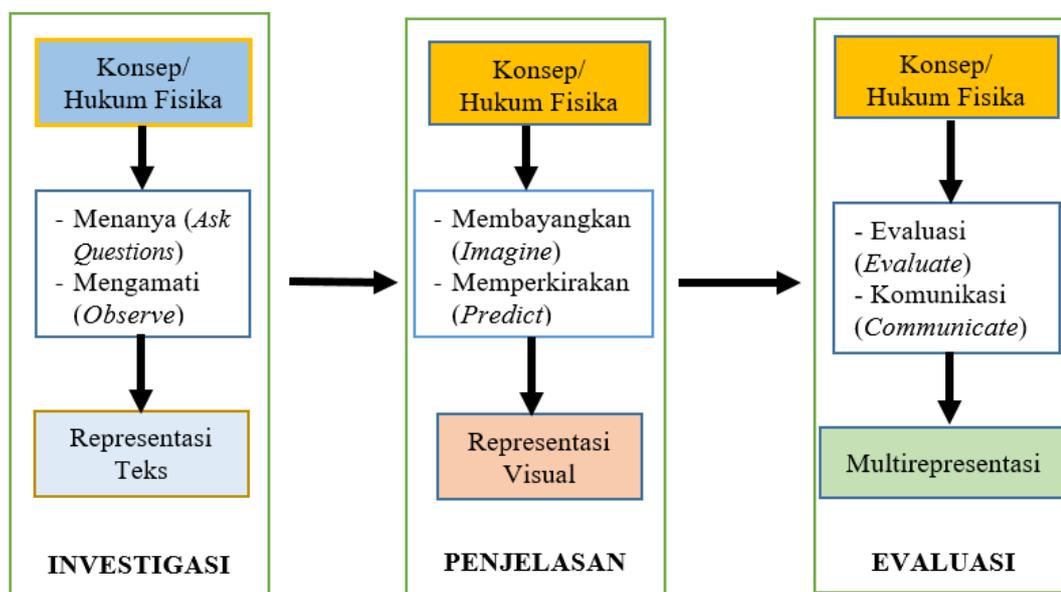
Gambar 3.3. Diagram *Reading Strategy Quadrant*

Langkah pertama dari strategi membaca RSQ yaitu kuadran pertama adalah pratinjau terhadap topik yang akan dibaca. Tujuan dari pratinjau adalah melakukan pengamatan terhadap bagian-bagian dari teks. Kategori kedua atau kuadran kedua adalah strategi untuk memahami kata atau istilah dan persamaan matematika. Strategi ini membantu pembaca untuk fokus dan memahami kata-kata dalam teks dan untuk mengembangkan tingkat pemahaman *textbase* yang koheren. Kategori ketiga atau kuadran ketiga adalah strategi untuk membantu pembaca memahami gagasan dari kalimat dan gagasan dari sebuah paragraf. Kategori keempat atau

kuadran keempat adalah strategi untuk memahami topik yang sedang dibaca yaitu pembaca harus mampu mengatur, merestrukturisasi, dan menyelaraskan informasi dalam teks. Penekanan utama yang dituntut kepada pembaca dalam menerapkan dari strategi RSQ adalah penggunaan representasi visual pada tahap akhir proses membaca. Tujuannya adalah agar pembaca memiliki pemahaman yang mendalam terhadap buku teks fisika yang dibacanya. Pengertian multirepresentasi eksternal dalam aktivitas membaca adalah pembaca membuat representasi visual tertentu (gambar, skema, diagram, grafik, persamaan) untuk mendapatkan pemahaman dari penjelasan yang tertulis dalam teks. Menurut Ainsworth (1999, 2006) multirepresentasi eksternal (*multiple external representations/MERs*) adalah penggunaan dua atau lebih representasi eksternal secara simultan. MERs tidak hanya memberikan keuntungan motivasi tetapi juga mengarahkan peserta didik ke pemahaman yang lebih dalam mengenai subjek yang sedang dipelajari (Ainsworth, 1999).

b. Rancangan Strategi Merepresentasi Konsep Fisika

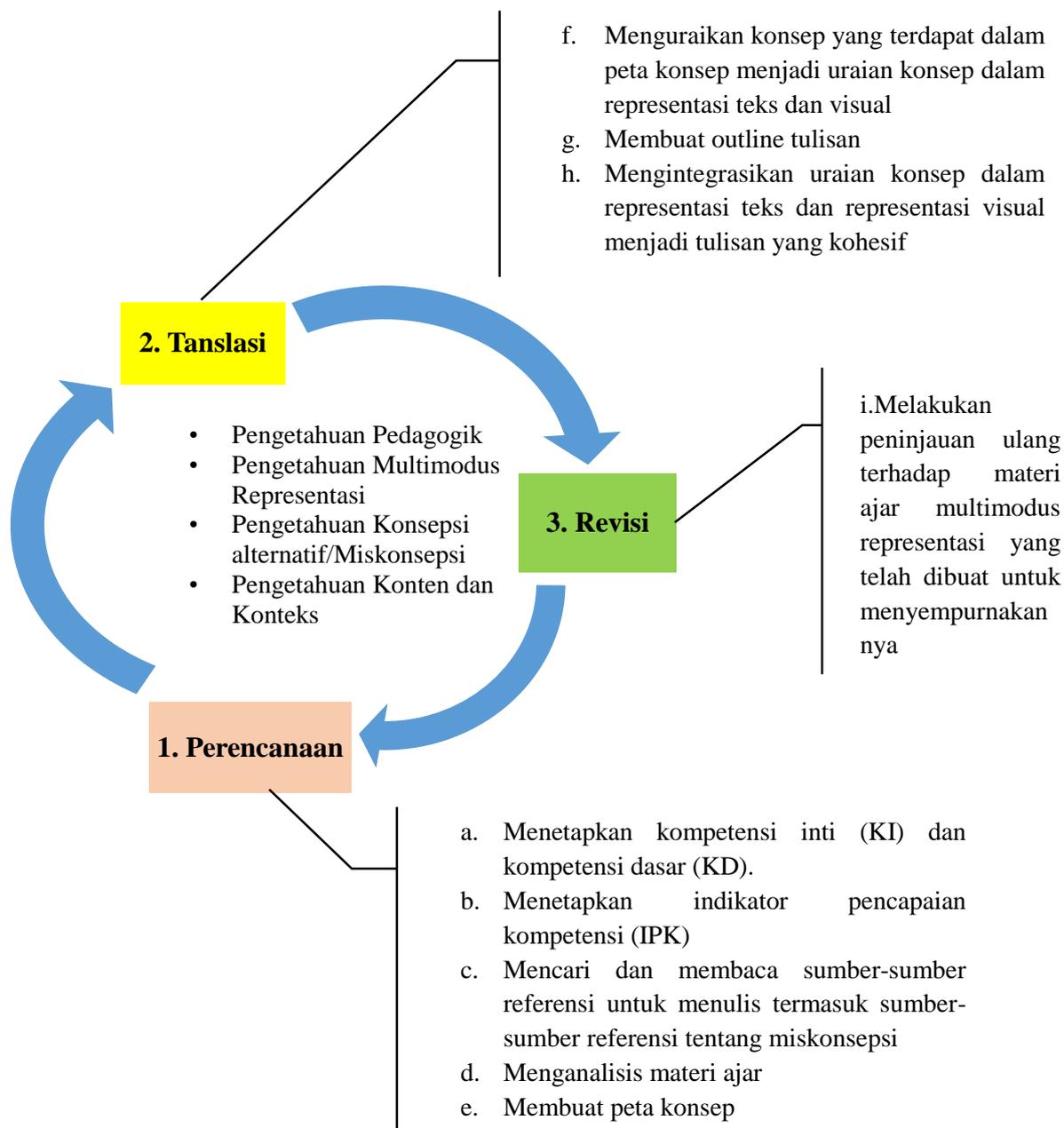
Berdasarkan analisis studi pendahuluan dan studi literatur maka untuk meningkatkan keterampilan representasi yang bertujuan untuk melatih mahasiswa calon guru fisika agar memiliki keterampilan komunikasi visual dan verbal dalam sains, dirancang sebuah strategi yang disebut *RPCK Strategy*. Strategi ini mengacu pada praktek pembelajaran proses sains (*scientific process*) (NRC, 2012; Wu & Puntambekar, 2012). Strategi *RPCK Strategy* mengacu pada praktek proses sains (*scientific process*) (NRC, 2012; Wu & Puntambekar, 2012) yang dikelompokkan sebagai berikut: 1) menanya (*asking question*) dan mengamati (*observing*), 2) membayangkan (*imagine*) dan memprediksi (*predict*), dan 3) evaluasi (*evaluate*) dan komunikasi (*communicate*).



Gambar 3.4. RPCK Strategy

c. Rancangan Strategi Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

Berdasarkan analisis studi pendahuluan dan studi literatur maka untuk melatih mahasiswa calon guru fisika terampil dalam menulis materi ajar multimodus representasi sebagai salah satu komponen keterampilan komunikasi dalam sains, mengacu pada tiga proses menulis, yaitu, perencanaan, translasi, dan revisi yang sering disebut sebagai *triple task* (Limpo & Alves, 2018). Perencanaan melibatkan perumusan tujuan menulis bersamaan dengan pengembangan dan organisasi ide. Translasi mengacu pada konversi ide menjadi bentuk linguistik yang dilakukan dalam *working memory*, yang kemudian dieksternalisasi dalam bentuk teks tertulis melalui proses transkripsi, yang melibatkan pengambilan simbol ortografis (mis., ejaan) dan multimodus representasi serta pelaksanaan gerakan motorik untuk menghasilkan tulisan. Revisi meliputi pemantauan, evaluasi, dan mengubah teks tertulis yang dihasilkan. Strategi yang digunakan dalam melatih menulis ini disebut *Triple Step Writing Strategy* (TS-WS) yang diagramnya diperlihatkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Strategi Menulis Materi Ajar Multimodus Representasi

d. Rancangan Lembar Kerja Mahasiswa

Desain Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) merujuk pada konten materi dan strategi pembelajarannya. Pada penelitian ini dirancang LKM yang konstruksinya bertujuan untuk melatih keterampilan membaca buku teks fisika dan keterampilan merepresentasi konsep fisika. Untuk melengkapi strategi membaca buku teks fisika, lembar kerja mahasiswa (LKM) nantinya akan digunakan oleh mahasiswa untuk

menuangkan hasil membacanya menggunakan strategi RSQ. LKM dapat dilihat pada bagian Lampiran B.1.

Demikian pula, untuk melengkapi strategi pelatihan keterampilan merepresentasi konsep fisika, dalam penelitian ini dirancang lembar kerja mahasiswa (LKM) yang digunakan oleh mahasiswa dalam membuat representasi teks dan representasi visual. LKM dapat dilihat pada bagian Lampiran B.2

e. Tahap Rancangan Instrumen Tes Keterampilan Komunikasi Sains

Instrumen penelitian meliputi tes keterampilan membaca buku teks fisika, tes keterampilan merepresentasi konsep fisika dan tes pemahaman konsep. Penjelasan lebih lanjut terkait instrumen tes disajikan pada sub-bab instrumen

f. Tahap Validasi Instrumen

Validitas tes keterampilan membaca buku teks fisika, tes keterampilan representasi konsep fisika dan tes pemahaman konsep divalidasi oleh tiga orang validator pakar yang berasal dari perguruan tinggi yang menyelenggarakan program studi Pendidikan Fisika. Kualifikasi pakar adalah dua orang pakar yang memiliki keahlian di bidang fisika dan satu orang ahli memiliki keahlian dibidang pembelajaran fisika. Dalam memberikan penilaian, ketiga ahli diminta memberikan koreksi dan komentar terhadap instrumen-instrumen yang akan digunakan dalam penelitian. Lembar validasi instrumen keterampilan membaca buku teks fisika, instrumen keterampilan representasi konsep fisika dan instrumen pemahaman konsep disusun untuk memperoleh validasi ahli terkait dengan kesesuaian butir soal dengan masing-masing indikatornya.

3.2.4. Tahap Ujicoba Pendahuluan

Tahap ini dilakukan dengan mengujicoba *draft* strategi-strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Dari ujicoba pendahuluan ini diharapkan diperoleh gambaran tentang kekuatan dan keterbatasan dari strategi-strategi pembelajaran yang dihasilkan sebagai bahan umpan balik untuk perbaikan dan penyempurnaan sehingga strategi-strategi pembelajaran lebih mudah untuk diimplementasikan.

Tahap ujicoba pendahuluan strategi-strategi pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains dilakukan dua kali, yaitu ujicoba pendahuluan dan ujicoba utama. Dari ujicoba pendahuluan ini diharapkan diperoleh

gambaran tentang kekuatan dan keterbatasan dari strategi-strategi pembelajaran yang dihasilkan sebagai bahan umpan balik untuk perbaikan dan penyempurnaan sehingga strategi-strategi pembelajaran lebih mudah untuk diimplementasikan.

Ujicoba pendahuluan dilakukan terhadap mahasiswa calon guru fisika pada salah satu LPTK di Bandung yang mengontrak mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah I. Desain yang digunakan adalah pre eksperimen *The One Group Pretest-Posttest Design* (Fraenkel & Wallen, 2006) seperti diagram yang ditampilkan pada Gambar 3.6. Desain ini diimplementasikan pada pembelajaran membaca buku teks fisika dan merepresentasi konsep fisika.

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O ₁ , O ₂	X	O ₁ , O ₂

Gambar 3.6 *The One Group Pretest-Posttest Design*

X adalah pembelajaran keterampilan membaca buku teks fisika atau pembelajaran keterampilan merepresentasi konsep fisika. Sedangkan O₁ adalah tes keterampilan membaca buku teks fisika atau tes keterampilan merepresentasi konsep fisika dan O₂ adalah tes pemahaman konsep fisika.

Desain yang digunakan dalam pembelajaran menulis materi ajar multimodus representasi pada ujicoba pendahuluan adalah *The One Group Pretest-Posttest Design* (Fraenkel & Wallen, 2006) seperti diagram yang ditampilkan pada Gambar 3.7. Tetapi *pretest* dan *posttest* berbentuk tugas menulis bukan berupa uji sebagaimana halnya *pretest* dan *posttest* pada pembelajaran membaca buku teks fisika dan merepresentasi konsep fisika.

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O	X	O

Gambar 3.7 *The One Group Pretest-Posttest Design*

X adalah pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi atau pembelajaran keterampilan representasi konsep fisika. Sedangkan O adalah tugas menulis materi ajar multimodus representasi

Ujicoba pendahuluan bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai keterlaksanaan program perkuliahan keterampilan komunikasi sains melalui pengamatan terhadap aktivitas mahasiswa, menguji keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi serta penguasaan konsep mahasiswa sebagai pengaruh penerapan program perkuliahan keterampilan komunikasi sains. Berdasarkan hasil ujicoba pendahuluan selanjutnya dilakukan penyempurnaan terhadap *draft* program perkuliahan keterampilan komunikasi sains melalui ujicoba utama.

3.2.5. Tahap Revisi

Revisi terhadap multi-strategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains dilakukan berdasarkan hasil ujicoba pendahuluan. Jika ditemukan bahwa dari indikator-indikator keterampilan komunikasi sains, berada dalam kriteria peningkatan yang rendah dan sedang, maka dilakukan revisi. Revisi yang dilakukan bisa berbentuk penambahan aktivitas yang harus dilakukan oleh dosen maupun oleh mahasiswa. Pada penelitian ini revisi saja dilakukan satu kali untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian dengan harapan dihasilkan sebuah produk yang siap untuk diujicobakan dalam tahap ujicoba utama.

3.2.6. Tahap Ujicoba Utama

Ujicoba utama dilakukan terhadap mahasiswa calon guru fisika pada salah satu LPTK di Bandung yang mengontrak mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah. Ujicoba utama menggunakan desain kuasi eksperimen. Desain eksperimen semu (*quasi experiment*), yakni penelitian yang di dalamnya tidak memungkinkan untuk mengontrol semua variabel yang berpengaruh (Sugiyono, 2014). Metode yang digunakan adalah *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2006) dengan skema seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.8.

	<i>Pretest</i>	<i>Treatmen</i>	<i>Posttest</i>
<i>Treatmen Group</i>	O ₁ , O ₂	X	O ₁ , O ₂
<i>Control Group</i>	O ₁ , O ₂	C	O ₁ , O ₂

Gambar 3.8. *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*

X perlakuan yang diberikan pada mahasiswa di kelas eksperiman, yaitu: 1) pada pembelajaran keterampilan membaca buku teks fisika digunakan strategi RSQ dan 2) pada pembelajaran keterampilan representasi konsep fisika menggunakan strategi RPCK. C adalah perlakuan yang diberikan pada mahasiswa di kelas kontrol, yaitu: 1) pada pembelajaran keterampilan membaca buku teks fisika mahasiswa ditugaskan membaca buku teks fisika namun dosen tidak mengarahkan mahasiswa untuk menggunakan strategi tertentu, dan 2) pada pembelajaran keterampilan merepresentasi konsep fisika, mahasiswa secara berkelompok ditugaskan untuk mempresentasikan menggunakan media presentasi *power point* dari hasil membaca buku teks fisika dan dosen mengulas tentang representasi-representasi yang disajikan oleh mahasiswa dalam media presentasi. O₁ adalah tes keterampilan membaca buku teks fisika atau tes keterampilan representasi konsep fisika dan O₂ adalah tes pemahaman konsep fisika.

Pada tahap ujicoba utama ini dilakukan pula ujicoba terhadap rancangan pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi dengan desain *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2006) dengan skema seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.9.

	<i>Pretest</i>	<i>Treatmen</i>	<i>Posttest</i>
<i>Treatmen Group</i>	O	X	O
<i>Control Group</i>	O	C	O

Gambar 3.9. *Randomized Pretest-Posttest Control Group Design*

X adalah pembelajaran keterampilan menulis materi ajar multimodus representasi menggunakan strategi yang dikembangkan. O adalah tugas menulis materi ajar multimodus representasi menggunakan strategi TS-WS. C adalah tugas untuk menulis materi ajar dengan mengambil rujukan dari beberapa buku teks fisika.

3.3. Populasi dan Subjek Penelitian

Populasi dalam penelitian ini ialah seluruh mahasiswa calon guru di Prodi Pendidikan Fisika sebuah LPTK di Bandung yang mengontrak mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah II semester ganjil tahun akademik 2019/2020, sedangkan sampelnya dipilih 2 kelas. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu purposive sampling. Purposive sampling menurut Sugiyono (2014) adalah

teknik pengambilan sampel sumber data dengan pertimbangan tertentu agar data yang diperoleh nantinya dapat lebih representatif. Pada ujicoba pendahuluan sebanyak 15 orang terlibat dalam ujicoba pendahuluan. Pada ujicoba utama sebanyak 47 orang yang dibagi menjadi 2 kelas, yaitu 25 mahasiswa kelas eksperimen dan 22 mahasiswa kelas kontrol.

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian meliputi tes keterampilan membaca buku teks fisika, tes keterampilan merepresentasi konsep fisika dan tes pemahaman konsep. Instrumen tes keterampilan membaca buku teks fisika digunakan untuk menguji keterampilan mahasiswa dalam membaca buku teks fisika yaitu dalam menggunakan strategi membaca dan memahami teks yang dibacanya. Tes keterampilan merepresentasi konsep fisika digunakan untuk menguji keterampilan mahasiswa dalam merepresentasi konsep fisika. Tes pemahaman konsep listrik-statik digunakan untuk menguji kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep listrik statis setelah membaca buku teks fisika dan merepresentasi konsep fisika

a. Instrumen Tes Keterampilan Membaca Buku Teks Fisika

Tes ini berbentuk uraian digunakan untuk mengukur keterampilan membaca buku teks fisika. Tes dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan membaca buku teks fisika yaitu keterampilan: 1) pratinjau terhadap suatu topik/subtopik yang akan dibaca, 2) memahami istilah dan persamaan matematika, 3) memahami gagasan utama kalimat dan paragraf dan 4) memahami gagasan topik teks. Teks diambil dari buku teks Fisika karya Giancoli yang telah diterjemahkan kedalam Bahasa Indonesia. Ada tiga teks yaitu Isolator dan Konduktor, Medan Listrik dan Potensial Listrik.

Tes diberikan sebelum pembelajaran (tes awal) maupun setelah pembelajaran (tes akhir) pada kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran keterampilan komunikasi sains dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran sesuai dengan RPS dari pengampu mata kuliah pendalaman fisika sekolah. Rincian instrumen tes keterampilan membaca disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1
Rincian Soal Tes Keterampilan Membaca

No.	Teks dan Jumlah Kata	Banyaknya Soal untuk tiap Indikator Keterampilan Membaca						Jumlah Soal
		T	I	M	K	P	W	
1.	Isolator dan Konduktor (240 kata)	1	5	0	1	3	1	11
2.	Medan Listrik (562 kata)	1	3	0	1	6	1	12
3.	Potensial Listrik (842 kata)	1	1	1	1	7	1	12

Keterangan tentang indikator membaca:

T: Menentukan Topik Wacana

I: Menjelaskan Istilah

M: Menjelaskan Persamaan Matematika

K: Memahami Gagasan Kalimat

P: Memahami Gagasan Paragraf

W: Memahami Gagasan Wacana

Instrumen tes keterampilan membaca dapat dilihat dalam Lampiran A.1.

b. Instrumen Tes Keterampilan Merepresentasi Konsep Fisika

Tes ini berbentuk uraian, digunakan untuk mengukur keterampilan merepresentasikan konsep fisika. Tes dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan merepresentasikan konsep fisika yaitu keterampilan: 1) membuat modus representasi tunggal, 2) mentranslasi antar modus representasi, 3) membuat multirepresentasi konsep fisika dan 4) mempertimbangkan moodus representasi.

Tes diberikan sebelum pembelajaran (tes awal) maupun setelah pembelajaran (tes akhir) pada kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran keterampilan komunikasi sains dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Rincian instrumen tes keterampilan merepresentasi konsep fisika disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2.
Rincian Soal Tes Keterampilan Merepresentasi Konsep Fisika

No	Materi Pembelajaran	Banyaknya Soal untuk Tiap Indikator Keterampilan Merepresentasi			
		RT	TAM	MR	PR
1	Muatan Listrik	1	-	-	-
2	Gaya Listrik	-	-	1	1
3	Medan Listrik	1	-	-	1
4	Fluks	-	1	-	-
5	Hukum Gauss	-	1	-	-

No	Materi Pembelajaran	Banyaknya Soal untuk Tiap Indikator Keterampilan Merepresentasi			
		RT	TAM	MR	PR
6	Potensial Listrik	-	-	-	1
7	Kapasitor	-	1	-	-

Keterangan tentang indikator merepresentasi konsep fisika:

RT : Representasi Tunggal

TAM : Translasi Antar Modus Representasi

MR : Multirepresentasi

PR : Mempertimbangkan Representasi

Instrumen tes keterampilan merepresentasi konsep fisika dan rubrik penilaiannya dapat dilihat dalam Lampiran A.2.

c. Instrumen Tes Pemahaman Konsep

Tes pemahaman konsep berjumlah 25 butir soal berbentuk pilihan ganda dengan lima option. Soal diambil dari beberapa instrumen tes pemahaman listrik-magnet (Maloney, dkk, 2001 dan McColgan dkk, 2017), diadaptasi dari buku teks fisika dan beberapa referensi lainnya. Soal-soal tersebut digunakan untuk mengukur pemahaman konsep mahasiswa sebelum pembelajaran (tes awal) maupun setelah pembelajaran (tes akhir) pada kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran keterampilan komunikasi sains dan kelas kontrol yang mengikuti pembelajaran konvensional. Materi tes pemahaman konsep adalah materi konten listrik statis. Tes ini dikembangkan berdasarkan indikator pemahaman konsep dengan merujuk pada taksonomi Bloom revisi (Anderson et al, 2001). Dalam penelitian ini diukur tiga aspek pemahaman konsep, yaitu kemampuan: 1) menjelaskan 2) menyimpulkan, 3) mengklasifikasikan, 4) menginterpolasi, 5) menafsirkan dan 6) membandingkan. Rincian instrumen tes pemahaman konsep ditunjukkan pada Tabel 3.3. Instrumen tes dapat dilihat pada Lampiran A.3.

Tabel 3.3.

Rincian Soal Tes Pemahaman Konsep Listrik Statis

No.	Materi	Nomor Soal untuk Tiap Aspek Pemahaman Konsep						Jml soal
		Menjelas-kan	Menyim-pulkan	Mengkla-sifikasikan	Meng-interpolasi	Menaf-sirkan	Memban-dingkan	
1	Muatan Listrik	1	-	-	-	-	-	1

2	Memberi muatan dengan cara induksi	2	-	-	-	-	-	1
2	Gaya Listrik	5,6,7,8	4	9	-	-	-	6
3	Medan Listrik	16	-	14	10	11, 15	12, 13	7
4	Fluks	19	-	-	-	18	-	2
5	Hukum Gauss	-	3	17	-	-	20	3
6	Potensial Listrik	-	-	-	-	21, 22,24	23,25	5

3.5. Teknik Analisis Instrumen

Sebelum digunakan instrumen tes keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan pemahaman konsep, terlebih dahulu dilakukan validasi. Validitas tes didefinisikan sebagai tingkat keabsahan atau kesahihan suatu tes. Tes yang valid adalah tes yang benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2014). Uji validitas tes terdiri dari validitas isi (*content validity*) dan validitas konstruksi (*construct validity*). Validitas isi dan validitas konstruksi instrumen tes dalam penelitian ini didasarkan atas hasil validasi ahli yang memiliki kompetensi di bidang fisika dan pembelajaran fisika. Setelah uji validitas dilakukan oleh para pakar, selanjutnya dilakukan uji coba instrumen yang diujicobakan pada sampel dimana populasi diambil (Sugiyono, 2014). Uji validitas dilakukan pada sampel minimal 30 orang dan dilakukan dengan mengkorelasikan antar skor butir dalam suatu faktor dan mengkorelasikan skor faktor dengan skor total menggunakan uji korelasi *point biserial*. Uji korelasi *point biserial* dihitung menggunakan persamaan (3.1)

$$R_{pbis} = \frac{\bar{x}_p - \bar{x}_t}{S_t} \sqrt{\frac{p}{q}} \quad (3.1)$$

Pada persamaan (3.1), \bar{x}_p adalah rata-rata skor dari subyek yang menjawab benar, \bar{x}_t adalah rata-rata skor total, S_t adalah simpangan baku skor total, p adalah proporsi siswa yang menjawab benar dan q adalah proporsi subyek yang menjawab salah. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh dari perhitungan di atas, kemudian

interpretasikan dengan menggunakan derajat validitas instrumen seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4. berikut ini:

Tabel 3.4.
Kriteria Koefisien Validitas

Koefisien Korelasi	Kriteria
$0,80 < R_{pbis} \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 < R_{pbis} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < R_{pbis} \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < R_{pbis} \leq 0,40$	Lemah
$0,00 < R_{pbis} \leq 0,20$	Sangat lemah

Reliabilitas tes didefinisikan sebagai tingkat keajegan atau konsistensi suatu tes, yakni sejauh mana suatu tes dapat dipercaya untuk menghasilkan skor yang ajeg/konsisten (Sugiyono, 2014). Pengujian reliabilitas instrumen dapat dilakukan secara eksternal maupun internal. Pengujian reliabilitas tes secara eksternal dalam penelitian ini menggunakan metode tes ulang (*test-retest method*). Dengan metode ini tes dicobakan dua kali, kemudian skor-skor dari kedua kali tes tersebut dihitung korelasinya. Terhadap instrumen tes pemahaman konsep, selain dengan metode *test-retest* dilakukan pula pengujian reliabilitas secara internal menggunakan uji Cronbach's Alpha menggunakan persamaan (3.2).

$$r = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (3.2)$$

Pada persamaan (3.2), n merupakan jumlah item tes, $\sum \sigma_i^2$ adalah jumlah varians skor tiap-tiap butir soal, dan $\sum \sigma_x^2$ adalah varians total. Koefisien reliabilitas r yang diperoleh dari hasil analisis kemudian diinterpretasi berdasarkan pada Tabel 3.5 (Arikunto, 2008).

Tabel 3.5.
Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Korelasi	Kriteria
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat tinggi
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r \leq 0,20$	Sangat rendah

3.5.1. Analisis Validitas

a. Analisis terhadap Validitas Isi dan Validitas Konstruksi Tes Keterampilan Membaca

Tiga orang pakar yaitu dua orang dosen yang memiliki kepakaran dalam bidang fisika dan satu orang pakar yang memiliki keahlian di bidang pembelajaran fisika memberikan penilaian bahwa butir soal sesuai unsur keterampilan membaca buku teks fisika dan sesuai dengan indikatornya. Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa instrumen tes keterampilan membaca buku teks fisika yang berjumlah 35 butir soal uraian, semuanya dinyatakan valid dan dapat digunakan. Hasil validasi ahli terhadap validitas isi dan validitas konstruksi tes keterampilan membaca disajikan pada Lampiran C.1.

b. Analisis terhadap Validitas Isi dan Validitas Konstruksi Tes Keterampilan Merepresentasi Konsep Fisika

Tiga orang pakar yaitu dua orang dosen yang memiliki kepakaran dalam bidang fisika dan satu orang pakar yang memiliki keahlian di bidang pembelajaran fisika memberikan penilaian bahwa butir-butir soal telah sesuai dengan unsur keterampilan merepresentasi konsep fisika dan sesuai dengan indikatornya. Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa instrumen tes keterampilan merepresentasi konsep Listrik Statis yang berjumlah 9 soal uraian, seluruhnya dinyatakan valid dan dapat digunakan.

Mempertimbangkan saran dan komentar ketiga validator ahli, telah dilakukan perbaikan terhadap beberapa butir soal antara lain: 1) redaksi kalimat telah diperbaiki; 2) gambar dan grafik yang kurang jelas telah diperbaiki, 3) istilah telah diperbaiki. Hasil validasi ahli terhadap validitas isi dan validitas konstruksi tes keterampilan merepresentasi konsep fisika disajikan pada Lampiran C.2.

c. Analisis terhadap Validitas Isi dan Validitas Konstruksi Tes Pemahaman Konsep Listrik-statis

Tiga orang pakar yaitu dua orang dosen yang memiliki kepakaran dalam bidang fisika dan satu orang pakar yang memiliki keahlian di bidang pembelajaran fisika memberikan penilaian bahwa butir soal tes pemahaman konsep listrik statis sesuai dengan konsep, sesuai dengan aspek pemahaman konsep dan sesuai dengan

indikator. Dengan demikian dapat diambil keputusan bahwa instrumen tes pemahaman konsep yang berjumlah 25 butir soal pilihan ganda dengan lima opsi, semuanya dinyatakan valid dan dapat digunakan. Mempertimbangkan saran dan komentar ketiga validator ahli, telah dilakukan perbaikan terhadap beberapa butir soal antara lain: 1) memperbaiki kesesuaian indikator dan butir soal; 2) memeriksa ulang kunci jawaban; 3) memperbaiki redaksi kalimat butir soal dan homogenitas pengecoh; dan 4) memperbaiki gambar dan grafik yang kurang jelas. Hasil validasi ahli terhadap validitas isi dan validitas konstruksi tes pemahaman konsep dapat dilihat pada Lampiran C.3.

d. Analisis Validitas Empirik Tes Pemahaman Konsep

Instrumen tes pemahaman konsep yang berjumlah 25 butir soal setelah diujicobakan selanjutnya dianalisis validitasnya secara empirik yaitu menentukan korelasi point biserial menggunakan software SPSS 20. Data hasil uji coba instrumen tes pemahaman konsep yang diujicobakan pada 47 mahasiswa diperoleh hasil bahwa dari 25 soal, terdapat lima soal yang memiliki validitas rendah seperti ditunjukkan pada Tabel 3.6. Data hasil uji coba instrumen tes pemahaman konsep yang diujicobakan pada 47 mahasiswa secara lengkap dapat dilihat pada bagian Lampiran C.4.

Tabel 3.6

Validitas Tes Pemahaman Konsep

No. Soal	Indeks Validitas	Kategori
1	0,54	Cukup
2	0,59	Cukup
3	0,48	Cukup
4	0,54	Cukup
5	0,40	Cukup
6	0,45	Cukup
7	0,28	Lemah
8	0,30	Lemah
9	0,67	Tinggi
10	0,44	Cukup
11	0,51	Cukup
12	0,53	Cukup
13	0,57	Cukup
14	0,16	Sangat lemah
15	0,04	Sangat lemah
16	0,77	Tinggi

No. Soal	Indeks Validitas	Kategori
17	0,50	Cukup
18	0,69	Tinggi
19	0,85	Sangat tinggi
20	0,65	Tinggi
21	0,28	Lemah
22	0,68	Tinggi
23	0,44	Cukup
24	0,65	Tinggi
25	0,58	Cukup

Berdasarkan analisis validitas sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.6, maka diputuskan bahwa soal dengan kategori sangat lemah yaitu nomor 14 dan nomor 15 tidak digunakan, sedangkan dengan kategori lemah yaitu soal nomor 7, 8 dan nomor 21 diperbaiki untuk selanjutnya dipergunakan sebagai instrumen dalam penelitian ini.

3.5.2. Analisis Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan Komunikasi Sains

Ujicoba instrumen tes keterampilan komunikasi sains dilakukan kepada mahasiswa jurusan pendidikan fisika yang telah mengikuti mata kuliah Pendalaman Fisika Sekolah pada salah satu LPTK di Bandung. Pengujian reliabilitas instrumen-instrumen tes keterampilan keterampilan membaca, keterampilan merepresentasi konsep dan pemahaman konsep dilakukan dengan metode *test-retest*, yaitu pelaksanaan tes sebanyak dua kali terhadap subyek yang sama namun waktu berbeda. Hasil ketiga tes keterampilan untuk setiap mahasiswa kemudian dikorelasikan menggunakan persamaan (3.3) untuk memperoleh nilai koefisien reliabilitas (r_{xy}). Kriteria reliabilitas berdasarkan nilai koefisiennya merujuk pada Tabel 3.5.

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (3.3)$$

Pada persamaan (3.4) r_{xy} adalah koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y , X adalah skor total tiap subyek pada ujicoba pertama, Y adalah total tiap subyek pada ujicoba kedua dan n adalah jumlah subyek.

Reliabilitas tes keterampilan membaca buku teks fisika, keterampilan merepresentasi konsep fisika dan pemahaman konsep fisika dengan metode *test-retest* diujicobakan pada mahasiswa calon guru Fisika pada salah satu perguruan

tinggi negeri di Bandung. Reliabilitas tes keterampilan membaca buku teks fisika terhadap 20 mahasiswa dengan metode *test-retest* memperlihatkan nilai koefisien reliabilitas tes sebesar 0,80 artinya tes keterampilan membaca buku teks fisika memiliki tingkat keajegan yang tinggi. Reliabilitas tes keterampilan merepresentasi konsep fisika dengan metode *test-retest* terhadap 25 mahasiswa memperlihatkan nilai koefisien reliabilitas tes sebesar 0,71 artinya tes keterampilan merepresentasi konsep fisika memiliki tingkat keajegan yang tinggi. Reliabilitas tes pemahaman konsep fisika dengan metode *test-retest* terhadap 28 mahasiswa memperlihatkan nilai koefisien reliabilitas tes sebesar 0,63 artinya tes pemahaman konsep fisika memiliki tingkat keajegan yang tinggi. Terhadap instrumen tes pemahaman konsep, selain dengan metode *test-retest* dilakukan pula pengujian reliabilitas secara internal menggunakan uji Cronbach's Alpha menggunakan software SPSS 20. Uji reliabilitas internal menggunakan uji Cronbach's Alpha (persamaan 3.2) terhadap 28 mahasiswa menunjukkan nilai koefisien reliabilitas tes sebesar 0,74 yang termasuk dalam kategori tinggi. Tabel 3.7 memperlihatkan hasil uji reliabilitas instrumen tes keterampilan komunikasi sains menggunakan metoda *tes-retest*. Rincian hasil uji reliabilitas intrumen tes dapat dilihat pada Lampiran C.5.

Tabel 3.7.
*Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan Komunikasi Sains
Menggunakan Metode Tes-Retes*

Instrumen Tes	Jumlah Butir Soal	Jumlah Mahasiswa	Koefisien Korelasi	Kriteria
Tes keterampilan membaca buku teks fisika	35	20	0,80	Tinggi
Tes keterampilan merepresentasi konsep fisika	9	25	0,71	Tinggi
Tes pemahaman konsep listrik-statis	25	28	0,63	Tinggi

3.6. Teknik Analisis Data

Untuk melihat peningkatan skor yang dicapai setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran menggunakan strategi pembelajaran yang telah dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains, ditentukan melalui besar gain yang dinormalisasi atau $\langle g \rangle$. Untuk mengetahui keefektifan strategi pembelajaran yang

telah dikembangkan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi sains dilakukan uji statistik inferensial dan uji ukuran pengaruh (*effect size*).

Ada persyaratan dan asumsi tertentu yang harus dipenuhi dalam menerapkan statistik inferensial yaitu data yang akan dianalisis harus berdistribusi normal dan homogen. Dengan demikian sebelum menerapkan statistik inferensial, data harus diuji normalitas dan homogenitasnya. Jika data yang akan dianalisis memenuhi syarat (asumsi), maka statistik inferensial yang digunakan adalah statistik parametrik tetapi jika data tidak memenuhi syarat (asumsi) maka statistik inferensial yang digunakan adalah statistik nonparametrik (Sugiyono, 2014). Statistik inferensial yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji beda rata-rata karena data yang diperoleh berasal dari dua sampel yang berpasangan. Selain menggunakan uji beda rata-rata, data juga dianalisis menggunakan uji ukuran pengaruh untuk melihat besar pengaruh strategi yang dikembangkan terhadap peningkatan komunikasi sains mahasiswa calon guru fisika. Berdasarkan hasil analisis statistik parametrik/nonparametrik dan ukuran pengaruh yang diperoleh maka dapat diketahui keefektifan strategi pembelajaran yang dikembangkan. Tahapan analisis data keterampilan komunikasi sains untuk menguji keefektifan terhadap data tersebut adalah sebagai berikut:

3.6.1. Uji Gain dan Gain Dinormalisasi <g>

Rata-rata gain aktual <G> adalah besar selisih antara rata-rata skor tes akhir (*postest*) dan tes awal (*pretest*) dalam hal ini adalah data rata-rata skor tes keterampilan komunikasi sains. Sedangkan gain dinormalisasi yang disimbolkan dengan <g> adalah perbandingan antara gain aktual terhadap rata-rata gain maksimum yang dinyatakan dalam persamaan berikut ini:

$$\langle g \rangle = \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{\text{mak}}} = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)} \quad (3.2)$$

Keterangan:

- <g> = rata-rata gain yang dinormalisasi,
- <G> = rata-rata gain aktual,
- <G>_{mak} = rata-rata gain maksimum yang mungkin,
- <S_f> = rata-rata skor tes akhir,
- <S_i> = rata-rata skor tes awal.

Besarnya $\langle g \rangle$ yang diperoleh lalu diinterpretasikan menurut kriteria Hake berdasarkan klasifikasi pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8
Interpretasi Nilai Gain Dinormalisasi (Hake, 1998)

Perolehan N-gain	Kategori
$\langle g \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > \langle g \rangle \geq 0,3$	Sedang
$\langle g \rangle < 0,3$	Rendah

3.6.2. Analisis Keefektifan Multistrategi Pembelajaran Keterampilan Komunikasi Sains

Analisis keefektifan multistrategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains dilakukan melalui dua tahap, yaitu dengan menguji hipotesis penelitian melalui uji beda dua rata-rata dan dengan menghitung ukuran dampak (*effect size*) untuk membuktikan bahwa multistrategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains memiliki keefektifan yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

a. Uji Statistik

Pengujian statistik dilakukan untuk membuktikan multistrategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains menghasilkan perbedaan yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan komunikasi sains dibandingkan strategi pembelajaran konvensional. Uji statistik peningkatan keterampilan komunikasi sains dilakukan dengan menggunakan uji t jika data berdistribusi normal dan homogen, menggunakan uji t' jika data terdistribusi normal namun tidak homogen, dan menggunakan uji Mann Whitney jika data berdistribusi tidak normal dan tidak homogen. Sebelum melakukan uji statistik untuk menentukan jenis uji statistik yang digunakan apakah uji t, uji t' atau uji Mann Whitney terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Langkah-langkah untuk uji statistik adalah sebagai berikut:

- 1) Melakukan uji normalitas; data yang diperoleh dari data tes awal dan tes akhir diuji normalitasnya menggunakan *Kolmogorov-Smirnov test* dengan rumus:

$$D = |F_s(X) - F_t(X)|_{max}$$

Keterangan simbol:

D : Selisih distribusi frekuensi

$F_s(X)$: probabilitas kumulatif sampel

$F_t(X)$: probabilitas kumulatif teoritis

Formula hipotesis dalam uji normalitas adalah sebagai berikut:

H_0 : data berasal dari populasi yang berdistribusi normal

H_a : data berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal

Dengan kriteria pengambilan keputusan, H_0 diterima jika nilai signifikansinya yaitu $p\text{-value} \geq 0,05$ dan H_0 ditolak jika nilai signifikansinya yaitu $p\text{-value} \leq 0,05$

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software SPSS* versi 20.

- 2) Uji homogenitas; uji homogenitas antara dua kelompok dilakukan untuk mengetahui apakah varians kedua kelas homogen atau tidak. Uji homogenitas ini menggunakan uji *Fisher* dengan menggunakan rumus:

$$F = \frac{\text{Varian terbesar}}{\text{Varian terkecil}} \quad (\text{Sugiyono, 2014})$$

Formula hipotesis dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

H_0 : kedua populasi mempunyai varians yang homogen

H_a : kedua populasi mempunyai varians yang tidak homogen

Dengan kriteria pengambilan keputusan, H_0 diterima jika nilai signifikansinya yaitu $p\text{-value} \geq 0,05$ dan H_0 ditolak jika nilai signifikansinya yaitu $p\text{-value} \leq 0,05$

Uji homogenitas dalam penelitian ini dilakukan menggunakan uji Levene dengan bantuan *software SPSS* versi 20.

- 3) Uji beda dua rata-rata, dimaksudkan untuk menguji diterima atau ditolaknya hipotesis yang diajukan. Uji hipotesis dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.
- a) Apabila data terdistribusi normal dan homogen maka menggunakan uji beda rata-rata untuk *paired sample*.

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{dsg \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan

$$dsg = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 1}}$$

- b) Apabila data berdistribusi normal dan tidak homogen maka digunakan uji beda rata-rata dengan *independent sample*. Rumus yang digunakan adalah

$$t' = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Keterangan simbol:

\bar{x}_1 : Rata-rata hitung kelompok satu.

\bar{x}_2 : Rata-rata hitung kelompok dua.

dsg : Varians gabungan dua kelompok.

S_1^2 : Varians kelompok satu.

S_2^2 : Varians kelompok dua.

n_1 : Jumlah anggota kelompok satu.

n_2 : Jumlah anggota kelompok dua. (Sugiyono, 2014)

- Mencari harga t_{tabel} yang tercantum pada tabel nilai “t” dengan berpegang pada derajat kebebasan (dk) yang telah diperoleh, baik pada taraf signifikansi 5 %. Rumus derajat kebebasan (db) atau *degrees of freedomnya* (df) adalah $db = N-1$ untuk *paired sample* dan $db = N-2$ untuk *independent sample*
- Melakukan perbandingan antara t_{hitung} dan t_{tabel} . Jika t_{hitung} lebih besar atau sama dengan t_{tabel} ($t_{hitung} \geq t_{tabel}$) maka H_0 ditolak dan H_a diterima atau disetujui yang berarti terdapat perbedaan keterampilan komunikasi sains antara kelas yang menggunakan strategi multistrategi dengan kelas konvensional. Jika t_{hitung} lebih kecil daripada t_{tabel} ($t_{hitung} < t_{tabel}$) maka H_0 diterima dan H_a ditolak yang berarti tidak terdapat perbedaan keterampilan komunikasi sains antara kelas yang menggunakan strategi multistrategi dengan kelas konvensional.

Test-t dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software SPSS* versi 20.

- c) Apabila data berdistribusi tidak normal dan tidak homogen maka digunakan statistik non-parametrik dengan melakukan uji *Mann-Withney U-Test*. Rumus yang digunakan yaitu:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - R_1$$

dan

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_1 + 1)}{2} - R_2$$

keterangan:

n_1 : Jumlah sampel satu.

n_2 : Jumlah sampel dua.

U_1 : Jumlah peringkat satu.

U_2 : Jumlah peringkat dua.

R_1 : Jumlah rangking pada sampel n_1 .

R_2 : Jumlah rangking pada sampel n_2 .

Kriteria:

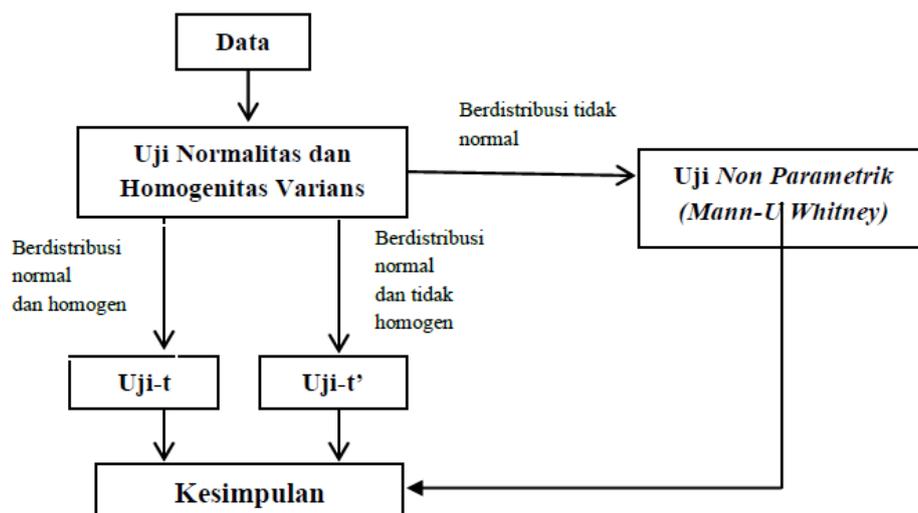
$U_{hitung} > U_{tabel}$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak

$U_{hitung} < U_{tabel}$ maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

(Sugiyono, 2014)

Uji *Mann-Whitney U-Test* dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software SPSS* versi 20.

Alur pengolahan data untuk untuk membuktikan hipotesis ditunjukkan oleh Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Diagram Alur Pengujian Hipotesis

b. Ukuran dampak (*Effect Size*)

Efektifitas implementasi multistrategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains dibandingkan dengan strategi konvensional dapat ditentukan dengan membandingkan ukuran dampak Cohen's d (Thalheimer and Cook, 2002). Ukuran dampak dimaksudkan untuk mengetahui efektifitas multistrategi pembelajaran keterampilan komunikasi sains terhadap peningkatan keterampilan komunikasi sains juga untuk mengukur besarnya pengaruh variable bebas terhadap variable terikat. Ukuran dampak ini dihitung berdasarkan perbedaan rerata postes kelompok eksperimen dengan control. Persamaan yang digunakan untuk ukuran dampak adalah :

$$d = \frac{|\bar{x}_e - \bar{x}_c|}{S_{pooled}}$$

dengan

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_e - 1)S_e^2 + (n_c - 1)S_c^2}{n_e + n_c}}$$

Keterangan simbol:

d = Ukuran dampak (*Effect Size*)

\bar{x}_e dan \bar{x}_c = Rata-rata kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

n_e dan n_c = Banyaknya subjek kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

S_e dan S_c = Standar deviasi kelompok eksperimen dan kelompok kontrol

SD_{pooled} = Standar deviasi sampel-sampel yang digabungkan (*pooled*)

Harga koefisien ukuran dampak yang diperoleh lalu diinterpretasikan menggunakan kriteria d dari Cohen (1998) seperti terlihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9
Kriteria Ukuran Pengaruh Menurut Cohen (1998)

Ukuran Dampak (d)	Kriteria
$0.0 \leq d < 0,2$	Kecil
$0,2 \leq d < 0,8$	Sedang
$0,8 \leq d < 2$	Tinggi

Hasil perhitungan koefisien ukuran dampak yang diperoleh pada penelitian ini merujuk pada ukuran pengaruh yang dikembangkan oleh Sawilowsky (2009), seperti pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10
*Kriteria Ukuran Pengaruh
 Menurut Sawilowsky (2009)*

Ukuran Dampak (d)	Kriteria	Referensi
$0,01 \leq d < 0,2$	Dampak sangat kecil (<i>very small effect</i>)	Sawilowsky (2009)
$0,2 \leq d < 0,5$	Dampak kecil (<i>small effect</i>)	Cohen (1998)
$0,5 \leq d < 0,8$	Dampak sedang (<i>medium effect</i>)	Cohen (1998)
$0,8 \leq d < 1,2$	Dampak besar (<i>large effect</i>)	Cohen (1998)
$1,2 \leq d < 2,0$	Dampak sangat besar (<i>very large effect</i>)	Sawilowsky (2009)
$d \geq 2$	Dampak besar sekali (<i>huge effect</i>)	Sawilowsky (2009)