

Local Instructional Theory Topik Dua Tipe Kesalahan dalam Pengujian Hipotesis

Syafriandi^{1,*}, Ahmad Fauzan², Lufri³, Armiami²

¹Jurusan Statistika, FMIPA, Universitas Negeri Padang

²Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Padang

³Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Padang

*) syafriandi_math@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

Two types of errors are one of the important topics in hypothesis testing. Studying the two types of errors is not only studying how the procedure determines the probability of making an error, but it is very important to study the theoretical concepts of the two types of errors. To achieve this goal, a learning design is needed that can facilitate students to construct their own concepts of the two types of errors. The learning design developed is local instructional theory resulting from the cyclic process of hypothetical learning trajectory. The type of research used is design research using the model developed by Gravemeijer and Cobb. The test subjects used in this study were students of the Ma thematic Education Study Program, FMIPA UNP who took the Elementary Statistics Course in the July – December 2019 semester. This research resulted in a very practical local instructional theory used to facilitate students in carrying out horizontal and vertical mathematization processes, so that students are able to construct their own concepts of two types of errors in hypothesis testing.

Keywords : Hypothetical learning trajectory, Local instructional theory, Two types of errors, Hypothesis testing



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2021 by author.

PENDAHULUAN

Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) menetapkan bahwa Pendidikan Sarjana paling rendah harus memiliki jenjang kualifikasi Level 6. Menurut Peraturan Presiden RI No. 8 Tahun 2012, kemampuan yang diharapkan pada jenjang kualifikasi Level 6 antara lain adalah (1) menguasai konsep teoretis bidang pengetahuan tertentu secara umum dan konsep teoretis bagian khusus dalam bidang pengetahuan secara mendalam, serta mampu memformulasikan penyelesaian masalah prosedural; (2) mampu mengambil keputusan yang tepat berdasarkan analisis informasi dan data, dan mampu memberikan petunjuk dalam memilih berbagai alternatif solusi secara mandiri dan kelompok. Untuk memenuhi tuntutan jenjang kualifikasi Level 6 tersebut, pembelajaran di perguruan tinggi harus mampu memfasilitasi mahasiswa untuk mampu mencapai jenjang kualifikasi tersebut. Mahasiswa tidak hanya dilatih untuk mampu menerapkan berbagai prosedur, tetapi juga mampu menguasai konsep teoretis dari topik yang dipelajari.

Pengujian hipotesis merupakan salah satu topik penting dalam Statistika Inferensial. Memelajari topik pengujian hipotesis bukan hanya mampu memanfaatkan prosedur baku yang telah

disediakan dalam berbagai buku referensi (Blumen, 2012; Brase & Brase, 2012; Triola, 2012), tetapi yang tidak kalah penting adalah memahami konsep teoretis dari pengujian hipotesis tersebut. Hal ini sejalan dengan laporan *American Statistical Association's* (2016) yang menyatakan bahwa tujuan mempelajari topik pengujian hipotesis adalah agar mahasiswa lebih fokus pada pemahaman konseptual dan pencapaian literasi, daripada hanya sekedar mempelajari seperangkat alat dan prosedur.

Tujuan utama dalam pengujian hipotesis adalah memutuskan apakah menerima atau menolak hipotesis nol yang telah dirumuskan. Keputusan yang diambil dalam pengujian hipotesis memanfaatkan data sampel. Mungkin saja keputusan yang sesuai dengan data populasi adalah benar atau bisa jadi tidak benar. Ada empat kemungkinan keputusan dalam pengujian hipotesis seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kemungkinan Keputusan dalam Pengujian Hipotesis

Keputusan Uji	Keadaan Sesungguhnya	
	H ₀ Benar	H ₀ Salah
Terima H ₀	Keputusan yang Benar P(Kepercayaan) = 1 - α	Galat Jenis II P(Galat Jenis II) = β

Tolak H_0	Galat Jenis I	Keputusan yang Benar
	$P(\text{Galat Jenis I}) = \alpha$	$P(\text{Kuasa Uji}) = 1 - \beta$

Sumber: Jhonson & Drougas (2004)

Tabel 1 memperlihatkan terdapat dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis, yaitu Kesalahan Jenis I (Galat Jenis I) dan Kesalahan Jenis II (Galat Jenis II). Galat Jenis I disebut juga sebagai kesalahan positif, yakni menolak hipotesis nol yang benar. Sedangkan Kesalahan Jenis II disebut kesalahan negatif, yakni menerima hipotesis nol yang salah. Kesalahan Jenis I dan II tidak pernah dapat dihindari, namun dapat diperkecil dengan meningkatkan ukuran sampel. Hal ini sangat relevan dengan kejadian sehari-hari, yakni manusia sebagai ciptaan Tuhan, tidak luput dari kesalahan. Kesalahan yang dilakukan manusia juga dapat digolongkan menjadi dua jenis, yakni melanggar perintah (relevan dengan Galat Jenis I), dan melakukan apa yang dilarang (relevan dengan Galat Jenis II), dan manusia selalu berusaha untuk memperkecil kesalahan tersebut.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa mempelajari topik pengujian hipotesis termasuk juga mempelajari kesalahan uji dalam pengujian hipotesis lebih difokuskan pada prosedur pengujian, sementara konsep-konsep mendasar pada tataran teoretis sering dabaikan. Hasil penelitian Lemsan & House (2012), dan Jacob (2013) menemukan bahwa pembelajaran topik pengujian hipotesis selama ini masih bersifat konvensional yang lebih mengutamakan prosedur perhitungan dari pada memperkuat pengetahuan konseptual secara bersamaan. Alur belajar yang digunakan selama ini cenderung memberikan secara langsung konsep dan prosedur pengujian hipotesis, selanjutnya mahasiswa dilatih untuk menerapkan ke berbagai masalah menggunakan prosedur tersebut. Akibatnya mahasiswa mengalami berbagai kesulitan diantaranya kurangnya terampil mengidentifikasi hipotesis nol dan hipotesis alternatif, kesalahan menafsirkan tingkat signifikansi dan p-value, dan gagal untuk memahami peran distribusi sampling dalam pengujian hipotesis (Castro, 2007; Batanero, 2000).

Sehubungan dengan masalah yang dipaparkan di atas, perlu dirancang desain pembelajaran pada topik pengujian hipotesis. Pada artikel ini diuraikan hasil desain pembelajaran untuk materi dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis yang merupakan salah satu hasil penelitian pengembangan dari Disertasi penulis (Syafriandi, 2020). Desain pembelajaran yang dikembangkan berupa *Local Instructional Theory* (LI

T). LIT merupakan teori spesifik tentang bagaimana membelajarkan suatu topik tertentu yang memuat urutan kegiatan dan tugas untuk mendukung pengembangan pemahaman mahasiswa tentang tujuan pembelajaran yang spesifik. Simon (1995); Daro, dkk. (2011); Gravemeijer & Cobb (2013); Bahamonde, dkk. (2016); dan Larson, dkk (2017) mengungkapkan bahwa LIT sangat membantu menjembatani peneliti dan praktisi untuk mengevaluasi dan memikirkan ulang pembelajaran yang telah dilakukan.

Untuk menghasilkan LIT terlebih dahulu dirancang *hypothetical learning trajectory* (HLT) yang keterlaksanaannya perlu dibuktikan selama kegiatan pembelajaran dan direvisi melalui proses siklik (Fauzan, dkk., 2020; Syafrandi, dkk. 2020). Selanjutnya, Simon (1995); Gravemeijer (2014); dan Larson, dkk (2017) mengungkapkan bahwa terdapat tiga komponen penting dalam HLT, yaitu (1) tujuan pembelajaran (*learning goal*) yang mendefinisikan arah yang akan dicapai dalam pembelajaran; (2) aktivitas pembelajaran (*learning activities*) berupa rancangan alur belajar yang akan dilalui mahasiswa untuk mencapai tujuan pembelajaran; dan (3) hipotesis proses pembelajaran (*hypothetical learning process*), berupa prediksi dan antisipasi bagaimana pikiran dan pemahaman mahasiswa akan berkembang dalam kegiatan pembelajaran.

Sztajn, Confrey, Wilson, dan Edgington (2012) menjelaskan bahwa HLT berfungsi sebagai peta jalan bagi pendidik dalam mengidentifikasi tujuan pembelajaran, menafsirkan pemikiran matematis peserta didik, dan ketepatan merespon dengan menggunakan instruksi yang tepat. *Hypothetical learning trajectory* dimulai dari apa yang telah diketahui peserta didik terkait dengan konsep yang akan dipelajari, selanjutnya mengidentifikasi kendala-kendala yang mungkin dialami peserta didik untuk mempelajari konsep yang lebih formal, serta menyiapkan antisipasi untuk memfasilitasi peserta didik mengatasi kendala-kendala tersebut (Confrey, Gianopoulos, McGowan, Shah, & Belcher, 2017). Sejalan dengan hal itu, Gravemeijer (2004) merekomendasikan penggunaan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) untuk mendesain HLT.

Menurut Gravemeijer & Cobb (2013) pendekatan RME menitikberatkan bahwa matematika dipahami sebagai aktivitas manusia, dan pembelajaran matematika menurut RME adalah melakukan (*doing*) matematika. Mahasiswa difasilitasi untuk menemukan strategi sendiri dalam menyelesaikan suatu masalah dengan memanfaatkan

kan fenomena kontekstual (matematisasi horizon tal) yang digunakan untuk menuju matematika formal (matematisasi vertikal). Lebih lanjut, Van den Heuvel & Drijver (2020) menguraikan enam prinsip pembelajaran berbasis RME, yaitu: (1) Prinsip aktivitas (*Activity principle*), maha siswa diperlakukan sebagai peserta aktif dalam proses pembelajaran; (2) prinsip realitas (*reality principle*), belajar matematika harus dimulai dari masalah kontekstual yang nyata dalam pi kiran mahasiswa; (3) prinsip level (*level prin ciple*), belajar matematika berarti melewati bebe rapa tingkat/level; (4) prinsip keterkaitan (*inter twinement principle*), mengintegrasikan berba gai topik matematika dalam satu kegiatan pem belajaran; (5) prinsip interaktivitas (*interactivity principle*), pembelajaran matematika tidak ha nya merupakan aktivitas individu tetapi juga akti vitas sosial; dan (6) prinsip bimbingan (*guidan ce principle*), penemuan kembali secara terbim bing.

Pada artikel ini dipaparkan proses desain HLT berbasis RME pada topik dua tipe kesalah an dalam pengujian hipotesis, sehingga mengha silkan *Local Instructional Theory* yang praktis (dapat digunakan, mudah digunakan, dan memili ki daya tarik).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam pe nelitian ini adalah penelitian desain (*design re search*) tipe *validation study*. Plomp (2013) men definisikan bahwa *design research* tipe *valida tion study* merupakan suatu tipe penelitian de sain berupa studi intervensi pendidikan (seperti proses pembelajaran, lingkungan belajar, dan se jenisnya) dengan tujuan untuk mengembangkan atau memvalidasi teori tentang proses pembela jaran dan bagaimana merancanginya. Model pengembangan yang digunakan adalah model yang dikembangkan oleh Gravemeijer dan Cobb (2013), yang terdiri dari tiga fase, yaitu (1) fase persiapan percobaan (*preparing for the expe riment*); (2) fase uji coba desain di kelas (*experi menting in the classroom*); dan (3) fase analisis retrospektif (*retrospective analysis*).

Subjek uji coba dalam penelitian ini ada lah mahasiswa Program Studi Pendidikan Mate matika FMIPA UNP yang mengikuti Mata Ku liah Statistika Elementer pada Semester Juli – Desember 2019. Untuk mengetahui kepraktisan HLT yang dihasilkan, digunakan instrumen ang ket yang disebarakan kepada subjek uji coba.

Untuk menentukan kepraktisan HLT yang dihasilkan digunakan rumus

$$R = \frac{\sum V_{ij}}{nm}$$

dengan R adalah rata-rata hasil praktikalitas yang dihitung menggunakan rumus, V_{ij} adalah skor peni laian responden ke-j terhadap kriteria ke-i, n ada lah banyaknya responden yang menilai, dan m adalah banyaknya pilihan kriteria yang dinilai. Kriteria kepraktisan yang diguna kan seperti terli hat pada Tabel 2.

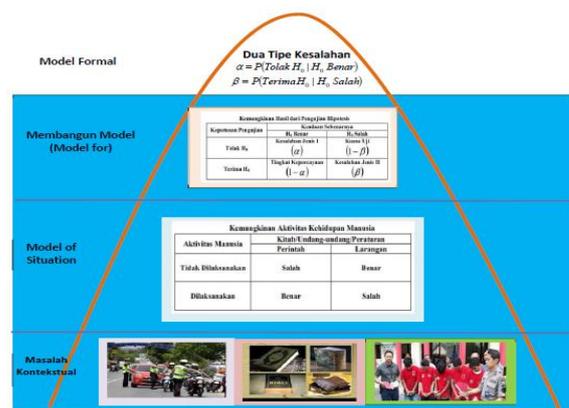
Tabel 2. Kriteria Praktikalitas

Nilai Validitas	Kriteria Praktikalitas
$R > 3,20$	Sangat Praktis
$2,40 < R \leq 3,20$	Praktis
$1,60 < R \leq 2,40$	Cukup Praktis
$0,80 < R \leq 1,60$	Kurang Praktis
$R \leq 0,80$	Tidak Praktis

Sumber: Muliyardi (2006)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan fase pengembangan yang digunakan, pada bagian ini dijelaskan hasil fase persiapan percobaan, hasil fase uji coba desain di kelas, dan hasil fase analisis retrospektif. Pada fase persiapan percobaan dirancang HLT ber basis RME dengan terlebih dahulu dirancang *ice berg* yang menggambarkan proses matematisasi horizontal dan matematisasi vertikal. *Iceberg* ha sil rancangan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Iceberg Dua Tipe Kesalahan dalam Pengujian Hipotesis

Terdapat dua tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam topik ini, yaitu (1) mahasis wa dapat mengonstruksi konsep dua tipe kesa lahan dalam pengujian hipotesis memanfaatkan kegiatan keseharian manusia; dan (2) menentu kan besarnya peluang melakukan Galat Jenis I

dan II memanfaatkan kasus efektivitas vaksin hepatitis B.

Mahasiswa melakukan proses matematisasi horizontal dengan mengemukakan berbagai contoh aktivitas yang pernah dilakukan manusia dalam kehidupannya (masalah kontekstual). Selanjutnya membangun *model of situation* menggunakan tabel atau grafik dengan cara mengklasifikasikan contoh tersebut menjadi empat kategori aktivitas manusia, yaitu: (1) menjalankan aktivitas sesuai aturan/norma yang berlaku (melaksanakan apa yang diperintah); (2) melakukan aktivitas pada hal aktivitas tersebut tidak sesuai dengan norma/aturan (melakukan apa yang dilarang); (3) tidak menjalankan aktivitas sesuai aturan/norma (tidak melaksanakan apa yang diperintah); dan (4) tidak melakukan aktivitas, jika aktivitas tersebut tidak sesuai dengan aturan/norma yang berlaku (tidak melakukan apa yang dilarang). Memanfaatkan *model of* mahasiswa membangun *model for* untuk memperoleh konsep Galat Jenis I dan Galat Jenis II. Akhirnya, dengan memanfaatkan konsep peluang bersyarat, mahasiswa memperoleh model formal tentang besarnya peluang melakukan Galat Jenis I dan Galat Jenis II.

Berdasarkan *iceberg* yang telah dirancang disusun HLT. Alur belajar yang dirancang beserta aktivitas dan tujuan yang ingin dicapai pada setiap aktivitas dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Tujuan dan Aktivitas Pembelajaran pada HLT untuk Aktivitas 1

Tujuan Pembelajaran (Learning Goal)
Mahasiswa mampu mengonstruksi konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis memanfaatkan berbagai kesalahan yang pernah dilakukan manusia.
Aktivitas Pembelajaran (Learning Activities)
1. Mahasiswa menelaah masalah kontekstual yang diberikan, dan setiap mahasiswa mengidentifikasi perintah dan larangan yang termuat dalam kitab suci, atau dalam peraturan perundang-undangan yang terkait dengan masalah kontekstual. (Tujuan aktivitas: memahami konsep perintah dan larangan yang relevan dengan H_0 benar dan H_0 salah).
2. Memanfaatkan hasil pada bagian 1, mahasiswa memberikan contoh aktivitas yang pernah dilakukan manusia terkait dengan menjalankan perintah, melanggar perintah, menjauhi larangan, dan tidak mengindahkan larangan (Tujuan aktivitas: memahami konsep terkait dengan mematuhi dan melanggar aturan. Hal ini relevan dengan menerima dan menolak H_0).
3. Menyusun kalimat majemuk berupa pernyataan bersyarat yang mengaitkan hasil yang diperoleh pada bagian 1) dan 2). (Tujuan aktivitas: memahami konsep kejadian bersyarat, yang diperlukan untuk memutuskan hasil pengujian hipotesis)
4. Mengklasifikasikan kalimat majemuk yang diperoleh pada bagian 3, dengan memanfaatkan berbagai bentuk representasi (tabel atau grafik). (Tujuan aktivitas: menemukan ciri-ciri aktivitas yang benar dan aktivitas yang salah)

5. Menemukan konsep jenis kesalahan dalam pengujian hipotesis dengan memanfaatkan hasil yang diperoleh pada bagian 4. (**Tujuan aktivitas:** menemukan dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis)

Tabel 4. Prediksi dan Antisipasi pada HLT untuk Aktivitas 1

Prediksi Aktivitas Mahasiswa	Antisipasi yang Disiapkan Dosen
1. Sebagian mahasiswa tidak lengkap memberikan contoh perintah dan larangan yang terdapat dalam kitab suci atau peraturan/perundang-undangan yang terkait dengan masalah kontekstual.	Mengajukan <i>probing question</i> berikut ini. a) Ingatkah Anda dengan perintah dan larangan yang diatur dalam kitab suci? Bagaimana pula dengan perintah dan larangan yang termuat dalam peraturan dan perundang-undangan yang ada di Indonesia? b) Perhatikan masalah kontekstual, kira-kira apa yang dilanggar oleh pemakai jalan raya? dan apa pula yang dilanggar oleh narapidana?
2. Sebagian contoh aktivitas yang diberikan, tidak terkait dengan masalah kontekstual yang diberikan sehingga sulit mengaitkan dengan aktivitas pada Tahapan Kegiatan 1.	c) Coba identifikasi kegiatan manusia yang Anda ketahui yang sesuai dengan perintah atau peraturan dan kegiatan yang melanggar perintah atau peraturan yang sesuai dengan contoh yang diberikan pada Tahapan Kegiatan 1. d) Coba sinkronkan dengan contoh yang diberikan pada Tahapan Kegiatan 1. e) Dalam menyusun pernyataan bersyarat, manakah pernyataan yang terjadi terlebih dahulu?
3. Kalimat majemuk yang disusun tidak berupa pernyataan bersyarat yang mengaitkan contoh yang diberikan pada tahapan kegiatan 1 dan tahapan kegiatan 2.	f) Bagaimana mengaitkan dengan hal yang dilakukan manusia? g) Coba buat secara umum hubungan antara peraturan (perintah atau larangan) dengan hal yang dilakukan manusia (melaksanakan dan tidak melaksanakan)?
4. Sebagian mahasiswa memanfaatkan tabel kontingensi 2 x 2 untuk mengklasifikasikan kalimat majemuk yang diperoleh pada tahapan kegiatan 3, namun sebagian lain membuat dengan cara mendaftarkan.	h) Coba ingat apa saja jenis kesalahan yang pernah dilakukan manusia? i) Jika seorang muslim tidak melaksanakan shalat wajib, apakah berbeda jenis kesalahannya dengan seseorang melakukan zina? j) Coba analisis berbagai cara representasi yang dilakukan teman Anda, manakah cara yang lebih efektif?
5. Mengkonversi representasi yang diperoleh dari tahapan kegiatan 4 menjadi tabel kontingensi 2 x 2 yang terkait dengan pengujian hipotesis, namun tidak mampu menentukan sel yang merupakan kesalahan pengujian.	k) Apakah terdapat relevansi antara perintah dan larangan yang terdapat pada kitab suci atau peraturan dan perundang-undangan dengan H_0 benar atau H_0 salah, serta jenis aktivitas yang dilakukan manusia dengan terima H_0 atau tolak H_0 l) Apa makna setiap sel dari tabel kontingensi tersebut? m) Sel mana saja yang merupakan

Prediksi Aktivitas Mahasiswa	Antisipasi yang Disiapkan Dosen
6. Bingung mengkonversi representasi yang dibuat sehingga tidak mampu mendeteksi jenis kesalahan dalam pengujian hipotesis.	suatu kesalahan? n) Ingat bahwa jenis kesalahan berupa menolak sesuatu yang benar, atau menerima sesuatu yang salah. Dapatkah ini dimanfaatkan untuk membuat tabel kontingensi 2 x 2, terkait jenis kesalahan dalam pengujian hipotesis?

Selanjutnya, Tabel 5 menyajikan tujuan dan aktivitas pembelajaran pada Aktivitas 2.

Tabel 5. Tujuan dan Aktivitas Pembelajaran pada HLT untuk Aktivitas 2

Tujuan Pembelajaran (Learning Goal)
Mahasiswa mampu menentukan besarnya peluang melakukan Galat Jenis I dan Galat Jenis II memanfaatkan efektifitas vaksin Hepatitis B.
Aktivitas Pembelajaran (Learning Activities)
1. Mahasiswa menelaah kasus efektifitas vaksin hepatitis B. Tujuan aktivitas: Mampu mengaitkan masalah kontekstual dengan dua tipe kesalahan.
2. Merumuskan H_0 dan H_1 dari kasus tersebut. Tujuan aktivitas: Mampu merumuskan H_0 dan H_1 dari kasus riil.
3. Mendeteksi distribusi yang sesuai dengan kasus tersebut. Tujuan aktivitas: Terampil mendeteksi distribusi yang sesuai dengan kasus riil
4. Mamanfaatkan distribusi yang sesuai, mahasiswa menentukan besarnya peluang melakukan kesalahan jenis I dan II. Tujuan aktivitas: Mampu menentukan besarnya peluang melakukan kesalahan dalam pengujian hipotesis dari kasus riil.

Prediksi dan antisipasi bagaimana pikiran dan pemahaman mahasiswa akan berkembang dalam melakukan aktivitas 2 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Prediksi dan Atisipasi pada HLT untuk Aktivitas 2

Prediksi Aktivitas Mahasiswa	Antisipasi yang Disiapkan Dosen
1. Mampu menelaah kasus, namun tidak dapat mengaitkan dengan materi pengujian hipotesis.	Mengajukan <i>probing question</i> berikut ini. a) Adakah kaitan kasus ini dengan materi pengujian hipotesis? b) Kalimat manakah yang mengindikasi bahwa kasus tersebut memuat materi pengujian hipotesis? c) Coba telaah konsep-konsep apa saja yang terkait dengan kasus tersebut!
2. Bingung menentukan parameter, sehingga H_0 dan H_1 yang dirumuskan tidak tepat.	d) Parameter apakah yang terkait dengan kasus tersebut? e) Pernyataan yang termuat dalam kasus tersebut dapat digunakan untuk merumuskan H_0 atau H_1 ?
3. H_1 yang dirumuskan tidak sesuai dengan kasus (mengggunakan $>$ atau $<$)	f) Coba cermati ulang, jika H_0 telah dirumuskan, apakah rumusan yang sesuai untuk H_1 ?
4. Bingung menentukan distribusi yang sesuai	

Prediksi Aktivitas Mahasiswa	Antisipasi yang Disiapkan Dosen
dengan kasus. Beberapa berpendapat bahwa kasus tersebut mengikuti distribusi Normal atau Poisson.	g) Adakah distribusi lain yang sesuai dengan kasus ini? h) Coba telaah ulang, ciri-ciri dari berbagai distribusi! Distribusi mana yang sesuai dengan kasus ini?
5. Mampu menentukan peluang melakukan kesalahan Jenis I dan II, namun distribusi yang digunakan tidak sesuai.	i) Bagaimana teknik mengitung peluang yang telah dirumuskan?

Untuk uji coba desain (HLT) disusun Buku Panduan Dosen dan Buku Panduan Mahasiswa. Berikut ini disajikan hasil fase uji coba desain di kelas dan analisis retrospektif.

Pertama, mahasiswa diminta mencermati masalah kontekstual seperti tampak pada Gambar 2. Selanjutnya mahasiswa menelaah perintah dan larangan yang sesuai dengan kasus tersebut, dan mengidentifikasi tingkah laku yang pernah dilakukan manusia, baik yang sesuai perintah, melanggar perintah, menghindari larangan, atau melakukan hal-hal yang dilarang.



Gambar 2. Masalah Konstektual Dua Tipe Kesalahan dalam Pengujian Hipotesis

Sebagian besar mahasiswa telah mampu memberikan contoh perintah dan larangan yang termuat dalam kitab suci ataupun dalam peraturan dan perundang-undangan yang berlaku. Mahasiswa juga telah mampu memberikan contoh aktivitas manusia terkait dengan perintah dan larangan sesuai dengan masalah kontekstual yang diberikan. Namun, mahasiswa belum dapat mengaitkan keduanya dalam bentuk kalimat majemuk berupa pernyataan bersyarat, sehingga sulit mengidentifikasi dua tipe kesalahan yang pernah dilakukan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Gambar 3 menyajikan hasil kerja salah seorang mahasiswa.

1. seseorang berbakti kepada orang tua dan Ani membantu orang tua membersihkan rumah
 2. seseorang berbakti kepada orang tua tetapi ada anak yang bertatu kasar kepada orang tuanya
 3. umat muslim tidak boleh meninggalkan shalat, dan seseorang melaksanakan shalat 5 waktu.
 4. Umat muslim tidak boleh meninggalkan shalat, tetapi Pak-Ani meninggalkan shalat Jumat
 5. masyarakat Indonesia wajib mematuhi Aturan bertatu lantar, dan Tono keribut ketika lampu merah menyala.
 6. masyarakat Indonesia wajib mematuhi Aturan bertatu lantar, tetapi Ani tidak menggunakan helm saat mengendarai sepeda motor.
 7. penduduk Indonesia dilarang melakukan tindakan pidana dan pejabat negeri tidak melakukan korupsi

Gambar 3. Replika Jawaban Mahasiswa

Terkait dengan hasil aktivitas yang dilakukan mahasiswa seperti pada Gambar 3, dosen mengajukan *probing questions* untuk memfasilitasi mahasiswa menemukan dua tipe kesalahan yang dilakukan manusia dalam kehidupan. Berikut adalah petikan hasil wawancara antara dosen dan mahasiswa.

Dosen: *Apa yang telah dapat Anda identifikasi terkait dengan perintah dan larangan yang terdapat dalam kitab suci?*

Mahasiswa: *Umat muslim wajib mengerjakan shalat lima waktu, dan dilarang berjudi.*

Dosen: *Bagus, lalu apa contoh perlakuan manusia terhadap dua hal tersebut?*

Mahasiswa: *ada umat muslim yang tidak melakukan shalat lima waktu pak, namun sebagian besar melakukan shalat lima waktu tersebut. Demikian juga banyak umat muslim yang tidak melakukan judi, namun sebagian kecil ada juga yang melakukan judi.*

Dosen: *Nah, kalau demikian dapatkah hal tersebut dibuat menjadi kalimat majemuk berupa pernyataan bersyarat?*

Mahasiswa: *Bingung pak.*

Dosen: *dari dua kelompok pernyataan tersebut, pernyataan mana yang terjadi terlebih dahulu?*

Mahasiswa: *Aturan pada kitab suci pak.*

Dosen: *Oke, kalau begitu bagaimana bentuk pernyataan majemuknya?*

Mahasiswa: *Shalat lima waktu adalah wajib, namun masih ada umat muslim yang tidak mengerjakannya.*

Dosen: *Adakah kalimat lain yang lebih spesifik yang dapat digunakan?*

Mahasiswa: *Ada pak, ada umat muslim yang tidak melaksanakan shalat lima waktu, padahal shalat lima waktu tersebut merupakan kewajiban bagi umat muslim.*

Dosen: *Oke, bagus. Apakah ini berupa kesalahan?*

Mahasiswa: *ya pak.*

Dosen: *Bagaimana dengan ada orang yang melakukan judi, padahal judi itu perbuatan yang dilarang. Samakah jenis kesalahan yang diperbuat?*

Mahasiswa: *Tidak pak.*

Dosen: *Silahkan dianalisis berbagai persoalan yang telah Anda identifikasi terkait dengan aturan dan aktivitas yang dilakukan manusia.*

Dosen: *Kalau begitu, coba ringkas berbagai aktivitas yang dilakukan manusia terkait dengan menjalankan atau melanggar perintah yang telah ditetapkan.*

Probing questions yang digunakan dosen dapat memfasilitasi mahasiswa menemukan dua tipe kesalahan yang dilakukan manusia dalam kehidupan. Beberapa mahasiswa merepresentasikan menggunakan Tabel 2 x 2 seperti terlihat pada Gambar 4.

	Perintah Shalat	larangan Mendekat Zina
dikerjakan		
tidak dikerjakan		

Mahasiswa 1

	Perbuatan baik kepada orang tua	memakan daging babi
Dikerjakan		
Tidak Dikerjakan		

Mahasiswa 2

Gambar 4. Replika Hasil Pekerjaan Mahasiswa Terkait Aktivitas yang Dilakukan Manusia

Pada Gambar 4 terlihat bahwa Mahasiswa 1 telah memanfaatkan penalarannya dalam meringkas aktivitas manusia dalam bentuk tabel 2 x 2, namun mahasiswa 2 masih menyajikan hanya untuk salah satu kasus khusus. Kedua mahasiswa telah mampu mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan manusia dalam kehidupan (daerah diarsir), yaitu tidak mengerjakan perintah dan mengerjakan larangan. Memanfaatkan model yang dibuat sendiri (Gambar 4), mahasiswa dapat mengonversi jenis kesalahan yang dilakukan manusia dalam kehidupan, menjadi konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis, seperti terlihat pada Gambar 5.

Mahasiswa 1

		Kondisi H_0	
		Benar	Salah
Penerimaan H_1	Terima	keputusan benar	keputusan salah
	Tolak	keputusan salah	keputusan benar

Mahasiswa 2

		Kondisi H_0	
		Benar	Salah
Penerimaan H_0	Terima	keputusan yg benar	keputusan yg salah
	Tolak	keputusan yg salah	keputusan yg benar

Gambar 5. Replika Hasil Pekerjaan Mahasiswa

Gambar 5 menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu mengidentifikasi jenis keputusan yang dapat diambil dalam pengujian hipotesis, yaitu keputusan yang benar (menerima H_0 yang benar dan menolak H_0 yang salah), serta keputusan yang salah (menolak H_0 yang benar dan menerima H_0 yang salah). Melalui diskusi kelompok, mahasiswa mampu menyatakan berbagai keputusan dalam pengujian hipotesis dalam bentuk peluang, dan mendefinisikan dua jenis kesalahan dalam pengujian hipotesis, seperti yang terlihat pada Gambar 6.

Keputusan yang benar = $P(\text{terima } H_0 | H_0 \text{ benar})$
 Keputusan yang salah = $P(\text{tolak } H_0 | H_0 \text{ benar})$
 Keputusan yang salah = $P(\text{terima } H_0 | H_0 \text{ salah})$
 Keputusan yang benar = $P(\text{tolak } H_0 | H_0 \text{ salah})$

1. Galat Jenis I
 $\alpha = P(\text{tolak } H_0 | H_0 \text{ benar})$

2. Galat Jenis 2
 $\beta = P(\text{terima } H_0 | H_0 \text{ salah})$

Gambar 6. Replika Hasil Pekerjaan Mahasiswa Terkait dengan Peluang Melakukan Kesalahan dalam Pengujian Hipotesis

Selanjutnya, konsep dua tipe kesalahan yang telah dikonstruksi mahasiswa dimanfaatkan untuk menentukan besarnya peluang melakukan Galat Jenis I dan Galat Jenis II untuk kasus efektivitas vaksin Hepatitis B. Mahasiswa mampu merumuskan H_0 dan H_1 dari kasus tersebut, serta mampu mendeteksi jenis distribusi yang sesuai dengan kasus yang dibahas. Menggunakan konsep dua tipe kesalahan, mahasiswa mampu menentukan besarnya peluang melakukan Galat Jenis I dan Galat Jenis II.

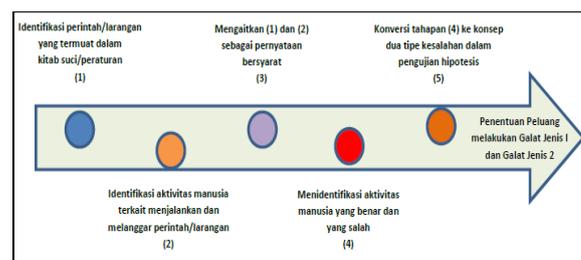
Lintasan pembelajaran yang telah dirancang melalui HLT dapat memfasilitasi mahasiswa melakukan proses matematisasi horizontal dan matematisasi vertikal. Hal ini terlihat dari kemampuan mahasiswa mengonstruksi berbagai jenis keputusan yang diperoleh dalam pengujian hipotesis melalui berbagai aktivitas manusia dalam kehidupan, yang pada akhirnya menemukan sendiri konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis.

Selanjutnya, HLT yang telah dihasilkan dilakukan uji praktikalitas dengan menyebarkan angket praktikalitas kepada responden uji coba. Hasilnya seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Kepraktisan Desain HLT

No	Komponen	Nilai	Kategori
1.	Dapat digunakan	3,28	Sangat Praktis
2.	Mudah digunakan	3,32	Sangat Praktis
3.	Daya tarik	3,32	Sangat Praktis
	Rerata	3,30	Sangat Praktis

Hasil uji praktikalitas menunjukkan bahwa semua komponen yang diuji memiliki nilai praktikalitas dengan kategori sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa HLT yang dirancang layak menjadi LIT karena dapat dan mudah digunakan, serta memiliki daya tarik dalam penggunaannya. Dengan demikian LIT dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi mahasiswa dalam mempelajari topik pengujian hipotesis, khususnya mengonstruksi konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis. LIT yang dimaksud dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Alur Belajar LIT Dua Tipe Kesalahan dalam Pengujian Hipotesis

KESIMPULAN

Local Instructional Theory yang dihasilkan melalui proses siklus Hypothetical Learning Trajectory sangat praktis digunakan untuk memfasilitasi mahasiswa melakukan proses matematisasi horizontal dan matematisasi vertikal, sehingga mahasiswa mampu mengonstruksi sendiri konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis. Alur belajar yang dihasilkan adalah sebagai

berikut (1) identifikasi perintah dan larangan yang terdapat dalam kitab suci/ peraturan; (2) identifikasi aktivitas manusia terkait menjalankan dan melanggar perintah atau larangan; (3) menyajikan hasil (1) dan (2) dalam bentuk pernyataan bersyarat; (4) mengidentifikasi aktivitas manusia yang benar dan yang salah; (5) konversi tahapan (4) ke konsep dua tipe kesalahan dalam pengujian hipotesis; (6) penentuan peluang melakuan Galat Jenis I dan Galat Jenis II.

DAFTAR PUSTAKA

- Bohamonde, D.C, Joan, J.M.F. & Aymemi. (2017). Mathematical modelling and the learning trajectory: tools to support the teaching of linear algebra. *International Journal of Mathematical Education in Science and Tchnology*, 48(3). doi: 10.1080/0020739X.2016.1241436
- Batanero, C. (2000). Controversies around the Role of Statistical Tests in Experimental Research. *Mathematical Thinking and Learning*, 2 (1-2): 75–98. doi: 10.1207/S15327833MTL0202_4.
- Bluman, A. G. (2012). *Elementary Statistics: A step by step approach*. 8th eds. New York: McGraw Hill.
- Brase, C. & Brase, C. (2012). *Understanding Basic Statistics*. 7th eds. Cengage Learning: Australia.
- Castro, S. A. E., Vanhoof, S., Noortgate, W. V. den, & Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98 – 113. doi: 10.1016/j.edurev.2007.04.001.
- Confrey, J., Gianopulos, G., McGowan, W., Shah, M., & Belcher, M. (2017). Scaffolding learner-centered curricular coherence using learning maps and diagnostic assessments designed around mathematics learning trajectories. *ZDM Mathematics Education*, 49(5), 717-734. doi:10.1007/s11858-017-0869-1
- Daro, P., Mosher, Frederic, A., & Corcoran, T. B. (2011). *Learning Trajectories In Mathematics: A Foundation for Standar, Curriculum, Assesment, and Instruction*. From 10.12698/cpre.2011.r68
- Fauzan, A., Yerizon, Tasman, F., Yolanda, R. N. (2020). Pengembangan Local Instructional Theory Pada Topik Pembagian dengan Pendekatan Matematika Realistik. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 4 (1): 1-9. doi: 10.24036/jep/vol4-iss1/417
- Gravemeijer, K. (2004). Local instruction theories as a means of support for teachers in reform mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(2), 105–128. doi: 10.1207/s1532833mtl0602_3
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2013). Design research from the learning design perspective. In Plomp T., & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design research. Part A: An introduction* (pp. 72-113). Enschede: Netherlands: SLO.
- Gravemeijer, K. (2014). Design research on local instruction theories in mathematics education. *Development of Mathematics teaching: Design, Scale, Effects. Proceedings of MADIF 9 (The Ninth Swedish Mathematics Education Research Seminar Umeå)*.
- Jacob, B. L. (2013). The Development of Introductory Statistics Students' Informal Inferential Reasoning and Its Relationship to Formal Inferential Reasoning. *Teaching and Leadership – Dissertations*. 245.
- Jhonson, A. C. & Drougas, A. M. (2004). Illustrating type i dan type ii errors via spreadsheet simulation in the business statistics course. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 2 (1): 89-95. doi: 10.1111/j.0011.2004.00024.x
- Larson, C.A., Wawro, M. & Zandieh, M. (2017). A hypothetical learning trajectory for conceptualizing matrices as linear transformations. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. doi: 10.1080/0020739X.2016.1276225.
- Lemsan, S. C., & House, L. (2012). Improving Mr. Miyagi's Coaching Style: Teaching Data Analytics with Interactive Data Visualizations, *CHANCE*, 25(2): 4-12. doi:10.1080/09332480.2012.685362.
- Muliyardi. (2006). Pengembangan Model Pembelajaran Matematika dengan Menggunakan Komik di Kelas I Sekolah Dasar. *Disertasi*. Surabaya: Pascasarjana Universitas Surabaya.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2012, tentang *Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia*. Jakarta: Lem

- baran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 24.
- Simon, M. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145. doi: 10.2307/749205.
- Syafriandi. (2020). Pengembangan local instructional theory berbasis realistic mathematics education untuk topik pengujian hipotesis. *Disertasi*. Pascasarjana Universitas Negeri Padang.
- Syafriandi, S. Fauzan, A., Lufri, L., Armiati, A. (2020). Designing hypothetical learning trajectory for learning the importance of hypothesis testing. *Journal of Physics: Conference Series* 1554 (2020) 012045. IOP Publishing. doi:10.1088/1742-6596/1554/1/012045.
- Sztajn, P., Confrey, J., Wilson, P. H., & Edgington, C. (2012). Learning trajectory based instruction toward a theory of teaching. *Educational Researcher*, 41(5), 147-156. doi: 10.3102/0013189x12442801.
- Triola, Mario F. (2012). *Elementary Statistics Technology*, 11th eds. New York: Addison-Wesley.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M., & Drijvers, P. (2020). Realistic mathematics education. S. Lerman (ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education*. Doi: 10.1007/978-94-007-4978-8.