

**ANALISIS EFEKTIVITAS RUANGAN KULIAH DI KAMPUS  
TEKNIK GEODESI UNIVERSITAS DIPONEGORO BERDASARKAN  
PARAMETER KAPASITAS, SUARA DAN PENCAHAYAAN RUANGAN**

Michael Vashni Immanuel Ryadi, Arwan Putra Wijaya, Andri Suprayogi<sup>\*)</sup>

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : Michael\_vashni@ymail.com

**ABSTRAK**

Dalam lingkungan kampus Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, sivitas akademika sering menggunakan ruangan untuk berbagai keperluan, khususnya untuk kegiatan kuliah. Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan ruangan untuk perkuliahan adalah kapasitas, kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan ruangan. Dengan jumlah mahasiswa yang banyak dibandingkan dengan jumlah ruangan yang tersedia untuk kegiatan kuliah perlu dilakukan suatu studi untuk menganalisa efektivitas dari penggunaan ruang kuliah tersebut.

Perkembangan teknologi pemetaan kini semakin mendukung untuk melakukan pemodelan objek secara tiga dimensi. Metode pemodelan objek secara tiga dimensi yang dapat dikembangkan adalah metode Close Range Photogrammetry atau fotogrametri rentang dekat. Model tiga dimensi ruangan yang telah terbentuk akan disederhanakan menjadi batas ruangan yang akan digunakan dalam penilaian ruangan. Pada penelitian ini, penilaian efektivitas ruangan didasarkan pada hasil pengukuran antropometri untuk analisis kapasitas, pengukuran akustik untuk analisis kebisingan dan kejelasan percakapan serta pengukuran pencahayaan ruangan untuk analisis pencahayaan ruangan.

Hasil dari penelitian ini adalah penilaian tingkat efektivitas ruangan pada lima ruangan kuliah di kampus Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Tingkat efektivitas yang diperoleh adalah sedang dan kurang efektif. Ruangan dengan tingkat efektivitas sedang terbesar adalah ruang C.102 dengan presentase 85,3% sedangkan ruang dengan tingkat efektivitas kurang efektif terbesar adalah ruang B.301 dengan presentase 100%. Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis menyarankan untuk melakukan penambahan daya lampu pada seluruh ruangan dan penambahan pereras suara di ruangan B.301.

**Kata Kunci :** *Close Range Photogrammetry*, Efektivitas ruangan, Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.

**ABSTRACT**

*In the campus environment of Geodetic Engineering Department Diponegoro University, academicians often use the room for many reasons, especially for lecture activities. Factor to consider in choosing room for lecture activity such as capacity, noise, speech intelligibility and room's lighting. With a large number of students compared to the number of rooms available for lecture activities, it is necessary to do a study to analyze the effectivity of lecture room's usage.*

*The Development of mapping technology nowadays supporting more to do three dimensional object modelling. Three dimensional object modelling method we can use is Close Range Photogrammetry method. The three-dimensional model of the room that has been formed will be simplified into the boundary of the room that will be used in the assessment of the room. In this research, rooms's effectivity assesment is based on the result of anthropometry measurement for capacity analysis, the result of acoustic measurement for noise level analysis and speech intelligibility analysis and the result of light measurement for room's lighting analysis.*

*Result from this research is rooms's effectivity assesment in five lecture room at Geodetic Engineering Diponegoro University campus. The level of effectiveness obtained is medium and less effective. Room which have the largest medium effectivity level is C.102 room with 85,3% percentage while room which have the largest less effective effectivity level is B.301 room with 100% percentage. According to this research's result, the author suggests to increase the power of the lamp for all rooms and add speaker in B.301 room.*

**Keywords:** *Close Range Photogrammetry, Room Effectivity, Geodetic Engineering Diponegoro University.*

<sup>\*)</sup> Penulis, Penanggungjawab

**I. Pendahuluan**

**I.1 Latar Belakang**

Dalam lingkungan kampus Universitas Diponegoro, sivitas akademika Undip sering menggunakan ruangan untuk keperluan tertentu, sebagai contohnya adalah kegiatan kuliah, seminar, sidang dan rapat.

Kegiatan akademik utama yang dilaksanakan di lingkungan kampus Undip adalah kegiatan kuliah. Faktor keberhasilan mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan secara garis besar dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor individual dan faktor situasional (Liliana Y.P. dkk, 2007). Faktor individual adalah faktor yang berasal dari dalam mahasiswa itu sendiri seperti usia, motivasi. Faktor situasional adalah faktor yang berasal dari lingkungan di sekitarnya seperti kondisi ruangan kuliah, tata letak meja, tata letak papan tulis. Faktor situasional dalam pengaturan ruangan yang cocok untuk digunakan ruang kuliah perlu dipertimbangkan beberapa hal seperti kapasitas, kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan ruangan

Dalam lingkungan kampus Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang saat ini berada di Gedung Kuliah Bersama Fakultas Teknik terdapat 13 ruangan dengan 5 diantaranya adalah ruang kuliah. Berdasarkan data jumlah data mahasiswa yang diperoleh dari Departemen Teknik Geodesi, Jumlah mahasiswa Teknik Geodesi yang masih aktif kuliah berjumlah 410 mahasiswa. Dengan jumlah mahasiswa yang banyak dibandingkan dengan jumlah ruangan yang tersedia untuk kegiatan kuliah perlu dilakukan suatu studi untuk menganalisa efektivitas dari penggunaan ruang kuliah tersebut.

Perkembangan teknologi pemetaan kini semakin mendukung untuk melakukan pemodelan objek secara tiga dimensi. Metode pemodelan objek secara tiga dimensi yang dapat dikembangkan adalah metode *Close Range Photogrammetry* atau fotogrametri jarak dekat.

Dengan latar belakang tersebut, penulis ingin melakukan penelitian untuk menganalisa tingkat efektivitas dari penggunaan ruang kuliah yang terdapat di kampus Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.

**I.2 Perumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hasil pemodelan tiga dimensi dan tingkat ketelitian model ruangan kuliah Teknik Geodesi Universitas Diponegoro?
2. Bagaimana hasil yang diperoleh dari pemodelan persebaran kapasitas ruangan, tingkat kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan ruangan?
3. Bagaimana tingkat keefektifan ruangan yang terdapat di lingkungan kampus Teknik Geodesi Universitas Diponegoro berdasarkan parameter kapasitas, kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan ruangan?

4. Bagaimana kesesuaian model tingkat keefektifan ruangan dengan data hasil kuesioner?

**I.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui hasil pemodelan ruang kuliah dengan metode *Close Range Photogrammetry*
2. Mengetahui geometri, akustik dan pencahayaan yang terdapat di ruang kuliah Teknik Geodesi Universitas Diponegoro
3. Mengetahui efektivitas ruangan yang terdapat di lingkungan kampus Teknik Geodesi Universitas Diponegoro berdasarkan parameter kapasitas, akustik dan pencahayaan ruangan.

**I.4 Batasan Masalah**

Agar ruang lingkup penelitian yang dibahas tidak terlalu jauh dari kajian masalah, maka penelitian ini dibatasi pada hal – hal berikut :

1. Objek penelitian dibatasi pada ruangan kuliah Departemen Teknik Geodesi yaitu ruangan kuliah B.302, ruang B.301, ruang C.101, ruang C.102 dan ruang C.103.
2. Analisis faktor penilai kapasitas ruangan dilakukan dengan menggunakan data hasil pengukuran antropometrik tubuh mahasiswa Teknik Geodesi dan posisi perabotan dalam ruang kuliah. Nilai ambang batas kenyamanan adalah nilai rata – rata panjang bahu + 10%.
3. Pengambilan data akustik dan cahaya dilakukan pada malam hari untuk menghilangkan faktor manusia dan faktor pencahayaan alami.
4. Penilaian kejelasan percakapan dilakukan dengan membandingkan data kebisingan normal dengan pengamatan data suara dengung yang disamakan dengan suara pembicara atau dosen dalam ruangan.
5. Metode pengambilan data pencahayaan yang digunakan adalah metode point by point.
6. Responden penilaian efektivitas ruang kuliah dalam penelitian ini adalah mahasiswa Departemen Teknik Geodesi angkatan 2013 – 2016 dengan ketentuan seperti dijelaskan pada bab III.

**I.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wilayah penelitian adalah kampus Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro, Tembalang yang berada di Jl. Prof. Soedarto, SH. tepatnya berada di koordinat 7° 3'1.38" LS hingga 7° 3'3.68" LS dan 110°26'22.68" BT hingga 110°26'25.64" BT.
2. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
  - a. *Hardware*
    - i. Komputer dengan spesifikasi sistem operasi Microsoft Windows 7 64 bit, prosesor Intel® Core™ I7-4790 CPU @ 3,6 GHz (8 CPUs), ~ 3,6 GHz, RAM 8.192 MB dan VGA Standard VGA Graphics Adapter untuk pemodelan tiga dimensi

- ii. ASUS X45U dengan spesifikasi sistem operasi Microsoft Windows 7 32 bit, prosesor AMD E2-1800 APU with Radeon™ HD Graphics (2CPUs), 1.7Ghz dan RAM 2.048 GB untuk pembuatan laporan
- b. Alat survei
  - i. Kamera DSLR Nikon D7200
  - ii. Electronic Total Station Nikon Nivo 2C
  - iii. Lightmeter Lutron LX – 100
  - iv. 4in1 Multi Function Environment Meter Krisbow tipe KW0600291
  - v. Meteran
- c. Software
  - i. Adobe Photoshop CS6
  - ii. Agisoft Photoscan versi 1.2.6
  - iii. Autocad Civil 3D 2017
  - iv. ArcGIS 10.4
  - v. Microsoft Word 2016
  - vi. Microsoft Excel 2016
- 3. Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
  - a. Data spasial
    - i. Foto hasil pemotretan ruangan kuliah
    - ii. Data koordinat titik GCP hasil pengukuran Electronic Total Station
  - b. Data non spasial
    - i. Data hasil pengukuran antropometrik
    - ii. Data hasil pengukuran akustik ruangan
    - iii. Data hasil pengukuran intensitas pencahayaan
    - iv. Data hasil kuesioner penilaian efektivitas ruangan

**II. Tinjauan Pustaka**

**II.1 Ruang Kuliah**

Ruang kuliah menurut Rancangan Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana dan Profesi (2011) adalah ruang tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran secara tatap muka. Kegiatan pembelajaran ini dapat dalam bentuk ceramah, diskusi, seminar, tutorial, dan sejenisnya. Kapasitas maksimum ruang kuliah adalah 25 orang dengan standar luas ruang 2 m<sup>2</sup> setiap mahasiswa dan luas minimum ruang 20 m<sup>2</sup>.

Setiap kampus perguruan tinggi menyediakan minimum satu ruang kuliah besar. Kapasitas minimum ruang kuliah besar adalah 80 orang dengan standar luas ruang 1,5 m<sup>2</sup> setiap mahasiswa. Ruang kuliah harus dilengkapi dengan sarana meja dan kursi dosen, meja dan kursi mahasiswa, proyektor LCD atau OHP, papan tulis dan pengeras suara untuk ruang kuliah besar.

**II.2 Close Range Photogrammetry**

Fotogrametri jarak dekat atau yang dikenal dengan fotogrametri terestrial (Luhmann dkk, 2006) adalah penggunaan metode perekaman dengan jarak kamera ke objek kurang dari 300 m. Teknik pemotretan yang dapat digunakan dalam pemetaan fotogrametri jarak dekat terdapat tiga cara yaitu

- a. Pemotretan paralel yaitu pemotretan secara tegak lurus terhadap objek

- b. Pemotretan secara divergen yaitu pemotretan dengan posisi kamera berdiri di satu tempat, yang kemudian kamera diputar ke segala arah untuk mengakuisisi foto
- c. Pemotretan secara konvergen yaitu pemotretan dengan posisi objek sebagai pusat dan kamera memotret mengelilingi objek

**II.3 Structure from Motion**

Structure from Motion atau SfM adalah proses otomatisasi untuk memperoleh orientasi kamera dan posisi tiga dimensi dari titik *tie point* dengan melakukan analisa terhadap sekumpulan foto (Alsadik, 2014). Secara umum Structure from Motion meliputi langkah (Shervais, 2016):

- a. Membentuk titik sekutu renggang (*low density point cloud*) dengan algoritma SIFT atau Scale Invariant Feature Transform
- b. Membentuk titik sekutu rapat (*high density point cloud*)
- c. Membentuk *mesh* dan *overlay* warna.

**II.4 Antropometri**

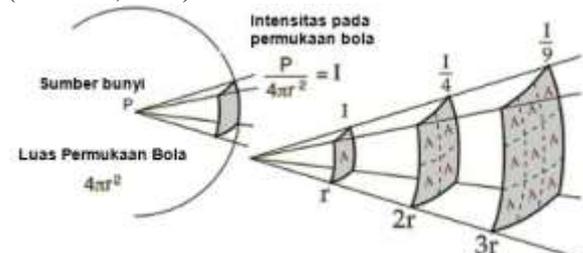
Antropometri adalah ilmu yang berhubungan dengan aspek ukuran fisik manusia meliputi: metode pengukuran, pemodelan dimensi tubuh dan aplikasi teknik untuk perancangan (Putri, 2017).



Gambar 1. Objek Pengukuran Antropometri saat Duduk (Putri, 2017)

**II.5 Suara**

Suara merupakan salah satu contoh dari gelombang longitudinal. Gelombang yang merambat di medium yang awalnya diam dan menyebabkan medium menjadi bergetar disebabkan oleh adanya energi yang dibawa oleh gelombang. Besaran energi yang dibawa oleh gelombang per satuan waktu per satuan luas dinamakan dengan intensitas gelombang (Abdullah, 2007).



Gambar 2. Perbandingan Intensitas Bunyi terhadap Jarak

(Ayo Sekolah Fisika, 2017)

**II.5.1 Kebisingan**

Kebisingan (Buchari, 2007) adalah bunyi atau suara yang tidak dikehendaki dan dapat mengganggu kesehatan, kenyamanan serta dapat menimbulkan ketulian. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor KEP-48/MENLH/11/1996 tahun 1996, nilai standar kebisingan maksimal untuk daerah sekolah adalah 55 dB.

**II.5.2 Kejelasan Percakapan**

Penilaian kejelasan percakapan dapat dilakukan dengan perhitungan parameter S/N Ratio atau *Signal to Noise Ratio*. Parameter S/N Ratio (American Speech-Language Hearing Association, 2017) adalah tingkat intensitas suara dari sumber suara yang dihubungkan dengan tingkat kebisingan latar di ruangan. Menurut ASHA atau *American Speech-Language Hearing Association*, seseorang dapat mendengar suara dengan jelas apabila memiliki nilai S/N Ratio sebesar +15 dB.

**II.6 Cahaya**

Cahaya adalah salah satu bagian dari gelombang elektromagnetik yang tidak memerlukan medium untuk perambatan dari gelombang tersebut. Dalam perhitungan yang berkaitan dengan cahaya terdapat dua satuan atau ukuran yaitu (Danurwendo, 2010):

- a. Lux (lx), merupakan satuan intensitas cahaya pada suatu titik
- b. Lumen (lm), merupakan satuan jumlah keluaran cahaya dari suatu sumber cahaya

Kedua satuan tersebut memiliki kaitan yaitu :  
 $1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$

**Tabel 1. Tabel Pencahayaan yang direkomendasikan**  
(Dora, 2011)

Nama Ruang	Pencahayaan Standar (lux)
Ruang kelas umum	250 - 300
Ruang Kelas khusus untuk kegiatan detail (mis: ruang seni), Area Sirkulasi	500
Koridor, Tangga	80 - 120
Lobby, Area Tangga	175 - 250
Receptionis	250 - 350
Atrium	400

Pemodelan pencahayaan dalam ruangan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- a. Metode *Lumen* atau *Zonal Cavity*  
 Metode Lumen atau *Zonal Cavity Method* adalah metode yang umum digunakan secara luas untuk desain sistematis dari pencahayaan elektrik dalam ruangan (Basic Lighting Design, 2014)
- b. Metode *Point by point*  
 Metode *point by point* adalah metode yang digunakan untuk menentukan pencahayaan horizontal pada area kerja di dalam suatu ruang (Point by Point Method, 2017)

Pencahayaan ruangan berdasarkan kuat penerangan terbagi menjadi 6 yaitu

**Tabel 2. Kelas Pencahayaan**  
(Kholiq, 2007)

No	Kelas Pencahayaan	Intensitas cahaya
1	Pencahayaan Ekstra Rendah	Di bawah 50 lux
2	Pencahayaan Rendah	Antara 50 lux hingga 150 lux
3	Pencahayaan Sedang	Antara 150 lux hingga 175 lux
4	Pencahayaan Tinggi	
	Pencahayaan Tinggi I	Antara 175 lux hingga 200 lux
	Pencahayaan Tinggi II	Antara 200 lux hingga 300 lux
	Pencahayaan Tinggi III	Antara 300 lux hingga 450 lux
5	Pencahayaan Sangat Tinggi	Antara 450 lux hingga 700 lux
6	Pencahayaan Ekstra Tinggi	Di atas 700 lux

**II.7 Kriging**

Kriging (Bohling, 2005) adalah metode interpolasi optimal berdasarkan regresi dari nilai z yang diketahui dari data titik – titik sekitar, yang dilakukan pembobotan mengacu ke nilai kovarian spasial. Dalam teknik interpolasi kriging, mengasumsikan bahwa setiap jarak dan arah dari titik sampel menyatakan korelasi spasial yang nantinya dapat digunakan untuk menjelaskan variasi di permukaan (ESRI, 2017).

**II.8 Analisis Data Sistem Informasi Geografis**

Penilaian efektivitas pada penelitian ini menggunakan data berjenis raster hasil pengolahan dengan metode Kriging. Pengolahan data raster dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan matematis terhadap *pixel* dari data raster. Perhitungan matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah penjumlahan nilai raster. Penjumlahan nilai raster dilakukan dengan *toolbox Plus*.

**II.9 Pembuatan Model Persebaran Parameter Dalam Ruang**

Pembuatan model persebaran dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pemerataan persebaran dari masing – masing parameter. Jumlah kelas yang akan digunakan dalam masing – masing parameter adalah tiga kelas dengan interval antar kelas yang sama. Rumus perhitungan interval yang digunakan adalah :

$$\text{Interval} = \frac{\text{Nilai Raster Maksimum} - \text{Nilai Raster Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}} \dots (1)$$

**II.10 Pembuatan Model Efektivitas Ruang**

Pembuatan model efektivitas ruangan dilakukan dengan dua tahap yaitu penilaian raster ruangan berdasarkan parameter dan pembuatan model efektivitas ruangan.

**Tabel 3. Tabel Penilaian Parameter Efektivitas**

No	Kriteria	Nilai Raster
<b>Kebisingan</b>		
1	Kebisingan di bawah 55 dB	2
2	Kebisingan di atas 55 dB	1
<b>Kejelasan</b>		
1	Kejelasan di bawah 15 dB	1
2	Kejelasan di atas 15 dB	2
<b>Pencahayaan</b>		
1	Pencahayaan di bawah 50 lux	1
2	Pencahayaan antara 50 lux hingga 150 lux	2
3	Pencahayaan antara 150 lux hingga 175 lux	3
4	Pencahayaan antara 175 lux hingga 450 lux	4
5	Pencahayaan antara 450 lux hingga 700 lux	5
6	Pencahayaan di atas 700 lux	2

Pada penelitian ini, nilai pencahayaan yang semakin tinggi tidak memiliki nilai efektivitas yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pencahayaan yang semakin tinggi akan menyebabkan ruangan menjadi silau.

Setelah diperoleh nilai efektivitas kemudian dilakukan penjumlahan nilai dengan kriteria berikut :

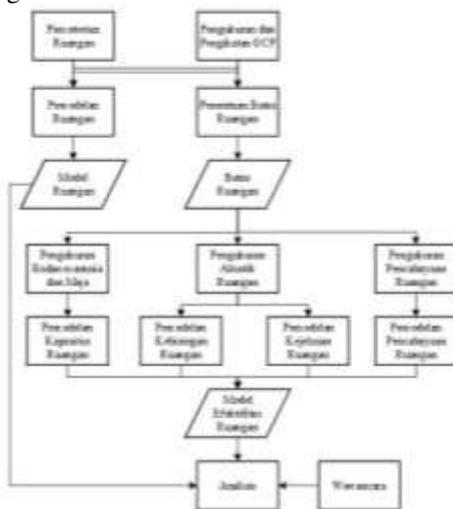
**Tabel 4. Tabel Penilaian Efektivitas Ruangan**

Kebesangan	Kejelasan	Pencahayaan	Jumlah	Kategori
1	1	1	3	Tidak Efektif
2	1	1	4	Kurang Efektif
1	1	2	4	Kurang Efektif
1	1	3	5	Kurang Efektif
2	2	1	5	Kurang Efektif
2	1	2	5	Kurang Efektif
1	2	2	5	Kurang Efektif
2	2	2	6	Sedang
3	2	3	7	Sedang
2	2	4	8	Efektif

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1 Pengolahan Data**

Secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan dalam gambar 8 berikut ini :



**Gambar 3. Diagram alir penelitian**

**III.2 Objek Penelitian**

Objek dalam penelitian ini adalah lima ruang kuliah di kampus Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yaitu :

a. Ruang B.301

Ruang B.301 merupakan sebagian dari ruang B.302 yang diberi pemisah kayu triplek yang dipasang untuk dapat dibuka dan ditutup. Ruangan ini memiliki kapasitas sebanyak 30 orang. Pada ruangan ini pencahayaan yang digunakan adalah 4 lampu TL 20 Watt yang diletakkan dalam dua boks starter lampu TL. Di dalam ruangan ini tidak terdapat pengeras suara

b. Ruang B.302

Ruang B.302 merupakan ruangan kuliah yang dapat digunakan untuk kegiatan perkuliahan atau kegiatan seminar. Ruangan ini merupakan ruangan kuliah dengan kapasitas ruangan terbesar yaitu

sekitar 75 orang hingga 100 orang dan 35 meja. Pada ruangan ini pencahayaan yang digunakan adalah 12 lampu TL 20 Watt yang diletakkan dalam enam boks starter lampu TL. Jenis pengeras suara yang digunakan dalam ruangan ini adalah *dual subwoofer* 190 Watt.

c. Ruang C.101

Ruang C.101 merupakan ruangan kuliah yang digunakan untuk kegiatan kuliah. Ruangan ini memiliki kapasitas tempat duduk sebanyak 45 orang. Pada ruangan ini pencahayaan yang digunakan adalah 4 lampu CFL *twin tube* 18 Watt. Jenis pengeras suara yang digunakan dalam ruangan ini adalah *dual subwoofer* 190 Watt.

d. Ruang C.102

Ruang C.102 merupakan ruang kuliah yang digunakan untuk kegiatan kuliah. Ruangan ini memiliki kapasitas tempat duduk sebanyak 47 orang. Pada ruangan ini pencahayaan yang digunakan adalah 4 lampu CFL *twin tube* 18 Watt. Jenis pengeras suara yang digunakan dalam ruangan ini adalah *dual subwoofer* 190 Watt.

e. Ruang C.103

Ruang C103 merupakan ruangan kuliah yang digunakan untuk kegiatan kuliah. Ruangan ini memiliki kapasitas tempat duduk sebanyak 47 orang. Pada ruangan ini pencahayaan yang digunakan adalah 6 lampu CFL *twin tube* 18 Watt. Jenis pengeras suara yang digunakan dalam ruangan ini adalah *dual subwoofer* 190 Watt

**III.3 Alur Penelitian**

Pada penelitian ini dengan langkah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang mendukung pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

2. Perencanaan dan penentuan lokasi titik GCP

Tahap perencanaan titik GCP dilakukan pendesainan titik GCP dengan *software* Adobe Photoshop CS6 dan penentuan lokasi titik GCP yang efektif untuk digunakan dalam pemodelan.

3. Perencanaan pemotretan ruangan

Pada tahap ini dilakukan perencanaan mengenai metode pemotretan yang efektif untuk digunakan dan dapat digunakan untuk pemodelan ruangan yang sesuai.

4. Pemotretan ruangan

Pemotretan ruangan dilakukan dengan menggunakan dua metode yaitu metode pemotretan divergen dan metode pemotretan konvergen.

5. Pengukuran titik GCP dengan ETS

Pengukuran titik GCP ruangan dilakukan dengan menggunakan alat *Electronic Total Station Reflectorless*. Pengukuran dilakukan dengan membentuk poligon tertutup dengan menggunakan acuan azimuth titik *Bench Mark* GD16 dan GD11.

6. Pemodelan tiga dimensi ruangan

Dalam tahap ini, pemodelan ruangan dilakukan dengan menggunakan data foto hasil pemotretan

ruangan dan *software* Agisoft Photoscan Professional.

7. Pengukuran antropometri manusia dan perabotan ruangan  
Pengukuran antropometri dilakukan dengan menggunakan meteran untuk mengukur panjang bahu, lebar bahu dan tinggi badan dan mengukur dimensi perabotan ruangan kuliah
8. Pengukuran akustik ruangan  
Pengukuran tingkat suara ruangan dilakukan dengan menggunakan alat 4 in 1 Multi Function Environment Meter.
9. Pengukuran tingkat pencahayaan ruangan  
Pengukuran tingkat pencahayaan ruangan dilakukan dengan menggunakan alat Lightmeter.
10. Analisis Model  
Hasil model tiga dimensi yang dibentuk dengan menggunakan Agisoft Photoscan Professional dibandingkan dengan data hasil pengukuran *Total Station*.
11. Pembuatan model kapasitas, kebisingan, kejelasan dan intensitas cahaya ruangan  
Pembuatan model kapasitas, kebisingan, kejelasan dan intensitas cahaya ruangan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Autocad Civil 3D dan ArcGIS 10.4.
12. Pembuatan model efektivitas ruangan  
Model efektivitas ruangan merupakan gabungan dari model ruangan berdasarkan kapasitas dengan model ruangan berdasarkan suara dan model ruangan berdasarkan cahaya

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### IV.1 Hasil Pemodelan Tiga Dimensi

Setelah dilakukan pemrosesan data diperoleh pemodelan ruangan tiga dimensi ruangan. Hasil model tiga dimensi hasil pemrosesan foto dapat dilihat pada gambar 4a, untuk hasil lebih lengkapnya dapat dilihat pada bagian lampiran.

Berdasarkan model tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode fotogrametri jarak dekat dapat digunakan untuk melakukan pemodelan tiga dimensi ruangan. Model tiga dimensi dengan cakupan objek yang paling baik adalah model dari ruangan B.302. Hal ini dikarenakan dalam ruangan B.302 tidak terlalu banyak objek yang memiliki warna dan pola yang sama.

Sedangkan pada model tiga dimensi dari ruangan C.102 terdapat kesalahan orientasi titik yang menyebabkan *noise* yang berada di tengah model. Hal ini disebabkan oleh ketidaksamaan bayangan pada atap ruangan dan kualitas foto yang kurang baik.

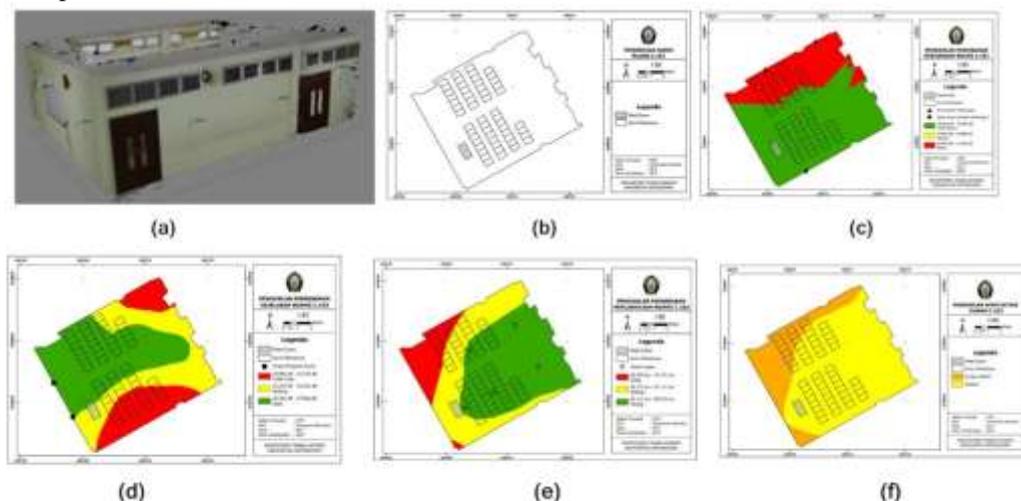
Pada model tiga dimensi dari ruangan B.301, C.101, C.102 dan C.103 masih terdapat bagian model yang kosong. Hal ini disebabkan karena warna objek cenderung monoton sehingga perangkat lunak dengan menggunakan metode SIFT atau *Scale Invariant Feature Transform* akan sulit untuk mengidentifikasi pixel tersebut sebagai titik

##### IV.2 Uji Validasi Model Tiga Dimensi

Validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengecek ketelitian model yang dihasilkan dari pemrosesan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pengukuran menggunakan alat *Total Station* Nikon Nivo 2C. Hasil validasi yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 3.

Berdasarkan tabel di atas dapat diperoleh nilai selisih pengamatan paling besar adalah pada validasi panjang ventilasi di ruang C.103 sebesar -0,142 m. Sedangkan nilai selisih paling kecil adalah pada validasi panjang pintu ruang B.301, validasi panjang dan lebar ventilasi ruang C.101 sebesar +0,000 m.

Nilai standar deviasi model ruangan B.302 adalah 0,007 m, ruangan B.301 adalah 0,016 m, ruangan C.101 adalah 0,013 m, ruangan C.102 adalah 0,012 m dan ruangan C.103 adalah 0,047 m.



Gambar 4. Hasil Pengolahan Tiga Dimensi, Peta Persebaran Tiap Parameter dan Pemodelan Efektivitas Ruangan

- (a) Hasil pemodelan tiga dimensi, (b) Hasil visualisasi tata letak kursi, (c) Hasil pemodelan persebaran kebisingan, (d) Hasil pemodelan persebaran kejelasan, (e) Hasil pemodelan persebaran pencahayaan dan (f) Hasil pemodelan efektivitas ruangan

Tabel 5. Tabel Uji Validasi Model Tiga Dimensi

Selisih panjang Objek	Ruangan				
	B301 (m)	B302 (m)	C101 (m)	C102 (m)	C103 (m)
Panjang Papan Tulis	0,006	0,006	0,021	-0,003	0,023
Lebar Papan Tulis	-0,031	-0,067	-0,001	-0,003	-0,009
Panjang Pintu 1	0,000	0,001	0,020	-0,003	-0,004
Lebar Pintu 1	0,004	0,001	0,012	0,028	0,001
Panjang Pintu 2	-	-	-	-	-0,009
Lebar Pintu 2	-	-	-	-	0,039
Panjang Ventilasi 1	-	-	0,000	0,005	-0,008
Lebar Ventilasi 1	-	-	0,000	0,002	0,002
Panjang Ventilasi 2	-	-	0,017	0,018	-0,142
Lebar Ventilasi 2	-	-	0,010	-0,007	-0,003
Panjang Screen	-0,018	-	-	-	-
Panjang Spesial	-	0,008	-	-	-
Lebar Spesial	-	-0,006	-	-	-
Panjang AC	-	-0,012	-	-	-
Lebar AC	-	0,006	-	-	-
Jumlah dL*2	0,001337	0,000375	0,001375	0,001213	0,022470
RMS	0,016	0,007	0,013	0,012	0,047

IV.3 Pemodelan Ruang Berdasarkan Parameter

IV.3.1 Pemodelan Ruang Berdasarkan Parameter Kapasitas

Pemodelan ruang berdasarkan kapasitas ruang dilakukan dengan menggunakan batas ruang hasil pemetaan *close range photogrammetry* dan metode trilaterasi untuk melakukan simulasi posisi tempat duduk saat kegiatan perkuliahan. Posisi meja kursi yang disimulasikan seperti keadaan ketika dilaksanakan kegiatan perkuliahan. Hasil penggambaran penataan kursi pada ruang kuliah dapat dilihat pada gambar 4b.

Berdasarkan penggambaran tersebut, ruangan B.302 sebesar 89,232 m<sup>2</sup>, ruangan B.301 memiliki luas ruangan 34,081 m<sup>2</sup>, ruangan C.101 memiliki luas ruangan 62,661 m<sup>2</sup>, ruangan C.102 memiliki luas ruangan 57,643 m<sup>2</sup> dan ruangan C.103 memiliki luas ruangan 91,472 m<sup>2</sup>

Jarak antar meja dan kursi dapat mempengaruhi kenyamanan seseorang dalam ruangan. Ketentuan agar jarak objek memenuhi adalah apabila jarak antar objek memiliki panjang minimal 10% panjang bahu. Tabel hasil pengukuran antropometri dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7.

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil yaitu untuk ruangan B302 memenuhi kapasitas berdasarkan analisis antropometri. Untuk ruangan C.101, ruangan C.102 dan ruangan C.103 memiliki nilai jarak samping antar meja memenuhi dan jarak depan antar meja yang tidak memenuhi. Dalam ketiga ruangan tersebut dapat dikatakan memenuhi berdasarkan analisis antropometrik karena nilai jarak depan antar meja telah melebihi dari jarak panjang bahu mahasiswa. Sedangkan untuk ruangan B.301 memperoleh hasil tidak memenuhi dikarenakan kapasitas ruangan tidak memenuhi jumlah mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan sehingga pengaturan tata letak kursi dibuat rapat agar jumlah mahasiswa dalam kegiatan perkuliahan dapat masuk dalam ruangan tersebut.

IV.3.2 Pemodelan Persebaran Kebisingan Ruang

Pemodelan persebaran kebisingan ruang dilakukan untuk mengamati tingkat persebaran kebisingan di dalam ruangan. Pemodelan persebaran dilakukan dengan menggunakan metode pengkelasan *equal interval*. Peta persebaran kebisingan ruang dapat dilihat pada gambar 4c.

Berdasarkan hasil pemodelan persebaran kebisingan setiap ruangan diperoleh rekapitulasi hasil yang dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Antropometri

Nama	Panjang Bahu (m)	Lebar Bahu (m)
Wisnu	0.514	0.3
Anang	0.48	0.22
Welman	0.48	0.22
Fikki	0.48	0.23
Abby	0.44	0.23
Gantra	0.44	0.21
Rata-rata	0.4723	0.235

Tabel 7. Perhitungan Kenyamanan Antropometri

Objek	Jarak Objek (m)	Panjang bahu (m)	Kriteria
Jarak samping antar meja Ruang C.101	0,880	0,472	Memenuhi
Jarak depan antar meja Ruang C.101	0,500	0,472	Tidak Memenuhi
Jarak samping antar meja Ruang C.102	0,880	0,472	Memenuhi
Jarak depan antar meja Ruang C.102	0,500	0,472	Tidak Memenuhi
Jarak samping antar meja Ruang C.103	0,880	0,472	Memenuhi
Jarak depan antar meja Ruang C.103	0,500	0,472	Tidak Memenuhi
Jarak antar kursi Rg. B.301	0,260	0,472	Tidak Memenuhi
Jarak samping antar meja Rg. B302	0,660	0,472	Memenuhi
Jarak depan antar meja Rg. B.302	0,580	0,472	Memenuhi

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Persebaran Kebisingan

Ruangan	Presentase		
	Tidak Bising	Sedang	Bising
B301	27,2%	16,7%	56,1%
B302	57,9%	22,5%	19,6%
C101	62,8%	30,4%	6,8%
C102	73,2%	21,2%	5,6%
C103	69,5%	-	30,5%

Berdasarkan hasil persebaran tersebut diperoleh hasil yaitu pada ruangan B.302, ruang C.101, ruang C.102 dan ruang C.103 memiliki nilai dominan persebaran tidak bising. Sedangkan pada ruangan B.301 memiliki nilai dominan yaitu bising. Nilai persebaran kebisingan sangat dipengaruhi oleh jarak sumber bising dengan pendengar. Kebisingan dalam ruangan memiliki nilai yang semakin tinggi yaitu apabila semakin dekat dengan sumber kebisingan dan sebaliknya.

Pada ruangan B.301 memiliki nilai dominan kebisingan yaitu bising. Hal ini dikarenakan jarak sumber kebisingan ke meja mahasiswa yang lebih

dekat jika dibandingkan dengan ruangan lain. Sedangkan dalam ruangan C.102 memiliki nilai kebisingan yang dominan adalah tidak bising. Hal ini dikarenakan dalam ruangan ini pendingin ruangan dalam keadaan mati.

**IV.3.3 Pemodelan Persebaran Kejelasan Ruang**

Pemodelan persebaran kejelasan percakapan dilakukan untuk mengamati tingkat kejelasan pada area ruangan. Pemodelan persebaran dilakukan dengan menggunakan metode pengkelasan *equal interval*. Peta persebaran kejelasan ruangan dapat dilihat pada gambar 4d.

Berdasarkan hasil pemodelan persebaran kejelasan setiap ruangan diperoleh rekapitulasi hasil sebagai berikut:

**Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Persebaran Kejelasan**

Ruangan	Presentase		
	Tidak Jelas	Sedang	Jelas
B301	73,3%	21,6%	5,1%
B302	18,5%	46,3%	35,2%
C101	12,9%	27,6%	59,5%
C102	33,5%	39,9%	26,6%
C103	22,9%	31,6%	45,5%

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil yaitu pada ruangan C.101 dan ruangan C.103 memiliki nilai kejelasan dominan yaitu jelas, pada ruangan B.302 dan ruangan C.102 memiliki nilai kejelasan dominan yaitu sedang dan pada ruangan B.301 memiliki nilai kejelasan dominan yaitu tidak jelas. Tingkat kejelasan percakapan sangat dipengaruhi oleh besar intensitas suara dari sumber bunyi dan dibandingkan dengan intensitas latar ruangan. Nilai kejelasan semakin baik ditandakan dengan nilai S/N Ratio yang semakin besar.

Pada ruangan B.301 nilai persebaran kejelasan yang dominan adalah tidak jelas. Hal ini dikarenakan jarak sumber bising dengan pendengar yang dekat dan di ruangan tersebut tidak terdapat penguat suara. Selain itu dalam ruangan terdapat sekat kayu yang memisahkan antara ruang B.301 dan ruang B.302 yang tidak rapat.

Sedangkan pada ruang B.302 dan ruang C.102 memiliki nilai dominan yaitu sedang. Hal ini dikarenakan penguat suara yang terdapat di ruangan tidak meningkatkan intensitas dari sumber bunyi secara signifikan.

**IV.3.4 Pemodelan Persebaran Pencahayaan Ruang**

Pemodelan persebaran pencahayaan ruangan dilakukan untuk melakukan pemodelan mengenai kemungkinan persebaran cahaya dalam ruangan. Pemodelan persebaran dilakukan dengan menggunakan metode pengkelasan *equal interval*. Peta persebaran pencahayaan ruangan dapat dilihat pada gambar 4e.

Untuk hasil pemodelan pada ruangan lainnya dapat dilihat pada bagian lampiran. Berdasarkan

pemodelan persebaran pencahayaan setiap ruangan diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Persebaran Pencahayaan**

Ruangan	Presentase		
	Gelap	Sedang	Terang
B301	19,6%	41,6%	38,8%
B302	31,6%	34,5%	33,9%
C101	13,7%	40,1%	46,2%
C102	21,6%	53,7%	26,7%
C103	13,1%	33,5%	53,4%

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil yaitu pada ruangan C.101 dan ruangan C.103 memiliki nilai pencahayaan dominan yaitu terang dan pada ruangan B.301, ruangan B.302 dan ruangan C.102 memiliki nilai pencahayaan dominan yaitu sedang.

Dalam ruangan B.301 dan ruangan B.302 memiliki hasil pencahayaan yaitu sedang dikarenakan bentuk lampu dan pemasangan penutup lampu yang terdapat di ruang B.301 dan ruang B.302 masuk ke dalam langit – langit sehingga bagian yang memiliki intensitas yang baik yaitu area yang berada tegak di bawah lampu.

**IV.4 Analisis Efektivitas Ruang**

Hasil penilaian efektivitas ruangan dapat dilihat pada gambar 4f. Untuk hasil pemodelan pada ruangan lainnya dapat dilihat pada bagian lampiran. Berdasarkan hasil pemodelan efektivitas setiap ruangan diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 11. Rekapitulasi Hasil Pemodelan Efektivitas**

Ruangan	Presentase	
	Kurang Efektif	Sedang
B301	100%	-
B302	37,2%	62,8%
C101	56,1%	43,9%
C102	14,7%	85,3%
C103	24,1%	75,9%

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh hasil yaitu pada ruangan B.302, ruangan C.102 dan ruangan C.103 memiliki nilai tingkat efektivitas dominan yaitu sedang dan pada ruangan B.301 dan ruangan C.101 memiliki nilai tingkat efektivitas dominan yaitu kurang efektif.

Pada ruangan B.301 dan ruangan C.101 memiliki nilai tingkat efektivitas dominan yaitu kurang efektif dikarenakan pada ruangan tersebut memiliki tingkat pencahayaan yang kurang baik jika dibandingkan dengan ruangan yang lain. Sedangkan berdasarkan hasil pengukuran tingkat kebisingan memiliki tingkat kebisingan yaitu di bawah 55 dB dan memiliki tingkat kejelasan di atas + 15 dB.

**IV.5 Hasil Kuesioner**

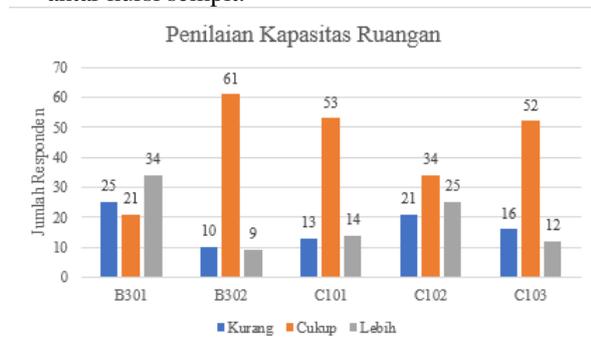
Untuk membandingkan data hasil pembuatan model efektivitas dengan metode *Close Range Photogrammetry* dilakukan uji validasi dengan menggunakan kuesioner. Kuesioner dibagikan kepada

mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Diponegoro sebanyak 20 anak untuk setiap angkatan dimulai dari angkatan 2013 hingga 2016.

Dalam kuesioner yang dibagikan, kuesioner terbagi menjadi 4 bagian yaitu penilaian terhadap kapasitas ruangan, penilaian kebisingan ruangan, penilaian kejelasan percakapan dalam ruangan dan penilaian pencahayaan ruangan. Berikut adalah hasil jawaban kuesioner :

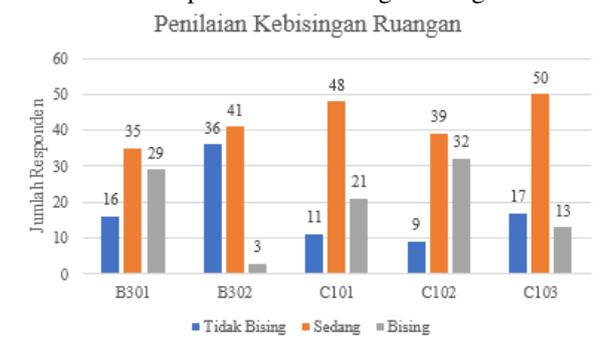
a. Berdasarkan parameter kapasitas ruangan

Hasil kuesioner dapat dilihat pada gambar 5. Berdasarkan diagram tersebut dapat diperoleh informasi bahwa menurut mahasiswa ruangan B.302, ruangan C.101, ruangan C.102 dan ruangan C.103 memiliki kapasitas yang mencukupi. Sehingga dalam ruangan tersebut jumlah kursi yang ada sama dengan jumlah dengan mahasiswa yang menggunakan untuk kegiatan perkuliahan. Sedangkan ruangan B.301 memiliki kapasitas yang melebihi batas sehingga menyebabkan jumlah kursi tidak mencukupi jumlah mahasiswa dan jarak antar kursi sempit.



Gambar 5. Diagram Hasil Penilaian Kapasitas Ruang

b. Berdasarkan parameter kebisingan ruangan



Gambar 6. Diagram Hasil Penilaian Kebisingan Ruang

Berdasarkan diagram tersebut dapat diperoleh informasi bahwa menurut mahasiswa, seluruh ruangan memiliki tingkat kebisingan yaitu sedang

c. Berdasarkan parameter kejelasan ruangan

Hasil kuesioner dapat dilihat pada gambar 7. Berdasarkan diagram tersebut dapat diperoleh informasi bahwa menurut mahasiswa, ruangan B.301, ruangan C.101, ruangan C.102 dan ruangan C.103 memiliki tingkat kejelasan sedang. Sedangkan untuk ruangan B.302 memiliki tingkat kejelasan jelas



Gambar 7. Diagram Hasil Penilaian Kejelasan Ruang

d. Berdasarkan parameter pencahayaan ruangan

Berdasarkan diagram tersebut dapat diperoleh informasi yaitu menurut mahasiswa seluruh ruangan memiliki tingkat pencahayaan yaitu sedang.



Gambar 8. Diagram Hasil Penilaian Pencahayaan Ruang

#### IV.6 Analisis Hasil Pemodelan dengan Hasil Kuesioner

Berdasarkan hasil pemodelan dan hasil kuesioner di atas, diperoleh hasil sebagai berikut :

a. Berdasarkan parameter kapasitas ruangan

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Persebaran dan Kuesioner Parameter Kapasitas

Ruangan	Hasil Pemodelan Persebaran	Hasil Kuesioner
B301	Tidak memenuhi	Lebih kapasitas
B302	Memenuhi	Cukup
C101	Memenuhi	Cukup
C102	Memenuhi	Cukup
C103	Memenuhi	Cukup

Pada hasil pemodelan dapat dikatakan mewakili dari pendapat mahasiswa Teknik Geodesi mengenai kondisi kapasitas ruangan.

Pada ruang B.301, berdasarkan hasil pemodelan persebaran menghasilkan tidak memenuhi dikarenakan jarak antar kursi yang terlalu sempit. Berdasarkan hasil kuesioner, mahasiswa Teknik Geodesi berpendapat bahwa ruang B.301 memiliki kekurangan tempat atau kapasitas mahasiswa yang menggunakan melebihi jumlah kursi.

Pada ruang C.101 berdasarkan hasil pengukuran antropometri memiliki kapasitas jarak samping antar kursi memenuhi dan jarak depan antar kursi tidak memenuhi sehingga memiliki nilai cukup memenuhi. Berdasarkan hasil kuesioner, mahasiswa Teknik Geodesi berpendapat bahwa ruang C.101 cukup memenuhi kapasitas ruangan.

b. Berdasarkan parameter kebisingan ruangan

**Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Persebaran dan Kuesioner Parameter Kebisingan**

Ruangan	Hasil Pemodelan Persebaran	Hasil Kuesioner
B301	Bising	Sedang
B302	Sedang	Sedang
C101	Tidak Bising	Sedang
C102	Tidak Bising	Sedang
C103	Tidak Bising	Sedang

Pada hasil tersebut terdapat perbedaan hasil antara hasil pemodelan persebaran dan hasil kuesioner. Hal ini dikarenakan dalam pengambilan data akustik dilakukan pada malam hari sehingga menghilangkan faktor kebisingan yang diakibatkan oleh faktor manusia.

c. Berdasarkan parameter kejelasan ruangan

**Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Persebaran dan Kuesioner Parameter Kejelasan**

Ruangan	Hasil Pemodelan Persebaran	Hasil Kuesioner
B301	Tidak Jelas	Sedang
B302	Sedang	Jelas
C101	Jelas	Sedang
C102	Sedang	Sedang
C103	Jelas	Sedang

Berdasarkan hasil tersebut, terdapat perbedaan hasil pada beberapa ruangan. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh pengambilan data akustik pada malam hari untuk menghilangkan faktor manusia. Dalam penilaian kejelasan, faktor manusia lain selain pembicara sangat berpengaruh dalam hasil. Sehingga pengambilan data akustik sebaiknya dilakukan dalam malam hari.

d. Berdasarkan parameter pencahayaan ruangan

**Tabel 15. Rekapitulasi Hasil Persebaran dan Kuesioner Parameter Pencahayaan**

Ruangan	Hasil Pemodelan Persebaran	Hasil Kuesioner
B301	Sedang	Sedang
B302	Sedang	Sedang
C101	Terang	Sedang
C102	Terang	Sedang
C103	Terang	Sedang

Berdasarkan hasil tersebut, terdapat perbedaan antara hasil pemodelan persebaran dan hasil kuesioner pada ruangan C.101, ruangan C.102 dan ruangan C.103. Salah satu faktor keterangan yang perlu dipertimbangkan adalah pemilihan pola cat pada tembok dan langit – langit ruangan. Pada ruang B.301 dan ruang B.302, sebagian besar ruangan memiliki pola dengan ditutup dengan menggunakan tirai jendela. Sedangkan dalam ruangan C.101, C.102 dan C.103 memiliki dinding tembok dan langit – langit yang polos sehingga menyebabkan persepsi mahasiswa berpendapat bahwa tingkat keterangan di ruangan tersebut sedang.

## V. Kesimpulan dan Saran

### V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur, pengolahan data hingga analisis data diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan ruangan kuliah dapat dilakukan dengan menggunakan metode Close Range Photogrammetry. Model tiga dimensi dengan cakupan objek yang paling baik adalah model dari ruangan B.302. Sedangkan pada ruangan lain masih terdapat bagian kosong pada model tiga dimensi. Pemodelan tiga dimensi ruangan dipengaruhi oleh kesamaan pola dalam objek. Objek dengan pola yang beragam akan memiliki model yang baik. Ruangan dengan nilai standar deviasi model yang paling baik terdapat pada ruangan B.302 dengan nilai 0,007 m dan ruangan dengan nilai standar deviasi paling buruk terdapat pada ruangan C.103 dengan nilai 0,047 m.
2. Berdasarkan pemodelan kapasitas, ruangan B.302, C.101, C.102 dan C.103 memenuhi persyaratan antropometrik sedangkan ruangan B.301 tidak memenuhi. Berdasarkan pemodelan persebaran kebisingan, ruangan dengan nilai kebisingan tidak bising tertinggi adalah ruang C.102 dan ruangan dengan nilai kebisingan bising tertinggi adalah ruang B.301. Berdasarkan pemodelan persebaran kejelasan percakapan, ruangan dengan nilai kejelasan tidak jelas tertinggi adalah ruang B.301 dan ruangan dengan nilai kejelasan jelas tertinggi adalah ruang C.101. Berdasarkan pemodelan persebaran pencahayaan, ruangan dengan nilai pencahayaan gelap tertinggi adalah ruang B.302 dan ruangan dengan nilai pencahayaan terang tertinggi adalah ruang C.103.
3. Penilaian efektivitas dilakukan dengan cara penambahan nilai raster hasil penilaian parameter kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan ruangan. Berdasarkan hasil pemodelan efektivitas, ruangan kuliah Teknik Geodesi memiliki nilai efektivitas kurang efektif dan sedang. Ruangan dengan nilai efektivitas kurang efektif tertinggi adalah ruang B.301 dan ruangan dengan nilai efektivitas sedang tertinggi adalah ruang C.102
4. Untuk membandingkan data hasil pembuatan model efektivitas dengan kondisi di lingkungan yang sebenarnya dilakukan uji validasi dengan menggunakan kuesioner. Berdasarkan parameter kapasitas, hasil pemodelan sudah dapat mewakili pendapat mahasiswa. Berdasarkan parameter kebisingan, kejelasan percakapan dan pencahayaan, terdapat perbedaan antara hasil pemodelan dan kuesioner hal ini dikarenakan dalam kuesioner sangat dipengaruhi persepsi mahasiswa terhadap kondisi akustik dan pencahayaan ruangan.

**V.2 Saran**

Berdasarkan proses persiapan hingga akhir penelitian, penulis memberikan beberapa saran yang dapat diambil. Saran yang dapat diberikan berdasarkan pada hasil penelitian sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, untuk ruangan B.301 agar dapat ruang yang efektif dapat ditambahkan alat pengeras suara untuk meningkatkan kejelasan percakapan dalam ruangan tersebut.
2. Untuk meningkatkan penilaian pencahayaan ruangan diperlukan penambahan daya lampu atau penggantian jenis lampu TL menjadi lampu LED. Untuk ruangan B.301 dan ruangan B.302 juga dapat dilakukan perbaikan pemasangan boks lampu TL yang tidak masuk ke dalam plafon sehingga meningkatkan pencahayaan sekitar.
3. Penilaian kelayakan ruangan dapat dilakukan pengujian dengan pembuatan model efektivitas secara tiga dimensi agar analisis yang diberikan dapat lebih sesuai keadaan aslinya,
4. Penilaian kelayakan ruangan dapat dilanjutkan dengan penambahan parameter lainnya seperti suhu ruangan, kelembaban dan parameter lainnya,
5. Dalam penilaian efektivitas dapat ditambahkan penilaian dari segi psikologis mahasiswa terhadap kondisi ruangan yang ada,
6. Pengolahan data *Close Range Photogrammetry* dapat dilakukan pada *software open source* seperti MicMac,
7. Usahakan dalam pemetaan *Close Range Photogrammetry* untuk menghindari objek dengan warna yang sama atau tidak memiliki pola,
8. Metode untuk melakukan pengujian validasi kelititan model tiga dimensi dengan menggunakan perhitungan perbedaan ketinggian dan perbedaan koordinat antara dua titik,

**DAFTAR PUSTAKA**

**Pustaka dari buku dan jurnal penelitian :**

Abdullah, Mikrajuddin. *Suplemen Materi Kuliah FI-1102 Fisika Dasar II*. 2007. Program Studi Fisika.

Alsadik, Bashar S. A.. 2014. *Guided Close Range Photogrammetry for 3D Modelling of Cultural Heritages Sites*. Disertasi. Enschede: ITC Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation University of Twente.

Basic Lighting Design. 2014. *Lighting Design*. [pdf]. (<https://bseclass.files.wordpress.com/2014/01/2-basic-lighting-design.pdf>, diakses tanggal 11 Mei 2017)

Bohling, Geoff. 2005. *Kriging*. [pdf]. (<http://people.ku.edu/~gbohling/cpe940/Kriging.pdf>, diakses tanggal 20 Juni 2017)

Buchari. 2007. *Kebisingan*. [pdf]. (<http://library.usu.ac.id/download/ft/07002749.pdf>, diakses tanggal 18 Juni 2017).

Danurwendo, Aryo. 2011. *Analisis dan Perancangan Sistem Kontrol Pencahayaan Dalam Ruangan*. [pdf]

(<http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-13343-Paper.pdf>, diakses tanggal 21 Desember 2016).

Dora, Purnama E.. 2011. *Optimasi Desain Pencahayaan Ruang Kelas SMA Santa Maria Surabaya*. Dimensi Interior, Vol. 9, No. 2, pp. 69 – 79.

Kholiq. Heri M. 2007. *Analisa nilai pencahayaan Proses Belajar Sekolah Dasar di Malang*. [pdf]. ([http://rires2.umm.ac.id/publikasi/lama/KHO\\_LIK%20Draft%20Laporan%20Penelitian%20LENGKAP.pdf](http://rires2.umm.ac.id/publikasi/lama/KHO_LIK%20Draft%20Laporan%20Penelitian%20LENGKAP.pdf), diakses 6 Juni 2017).

Liliana Y. P. dkk. 2007. *Pertimbangan Antropometri dalam Pendisainan*. [pdf]. (<http://jurnal.stnbatan.ac.id/wp-content/uploads/2008/06/17-liliana-antropometri-hal-183-189.pdf>, diakses tanggal 27 Februari 2017).

Putri, Dian K. 2005. *Antropometri*. [pdf] (<http://dian.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/42724/ANTROPOMETRI.pdf>, diakses 15 Maret 2017).

Shervais, Katherine. 2016. *Structure from Motion (SfM) Photogrammetry Field Methods Manual for Students*. [pdf]. ([https://d32ogoqmya1dw8.cloudfront.net/files/gets/teaching\\_materials/high-rez-topo/sfm\\_field\\_methods\\_manual.v2.pdf](https://d32ogoqmya1dw8.cloudfront.net/files/gets/teaching_materials/high-rez-topo/sfm_field_methods_manual.v2.pdf), diakses tanggal 26 April 2017)

**Pustaka dari peraturan :**

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor KEP-48/MENLH/II/1996 tahun 1996. Jakarta : Kementrian Lingkungan Hidup

Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI nomor 03-6575-2001 tentang Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung

Badan Standar Nasional Pendidikan. 2011. Rancangan Standar Sarana dan Prasarana Pendidikan Tinggi Program Pascasarjana dan Profesi.

**Pustaka dari internet :**

American Speech-Language Hearing Association. *Classroom Acoustics section Key Issues*. [online]. ([http://www.asha.org/PRPSpecificTopic.aspx?folderid=8589935320&section=Key\\_Issues](http://www.asha.org/PRPSpecificTopic.aspx?folderid=8589935320&section=Key_Issues), diakses tanggal 18 Juni 2017)

Ayo Sekolah Fisika. *Intensitas Gelombang Bunyi (Sumber Titik)*. [online]. ([www.ayo-sekolahfisika.com/2016/09/intensitas-gelombang-bunyi-sumber-titik.html?m=1](http://www.ayo-sekolahfisika.com/2016/09/intensitas-gelombang-bunyi-sumber-titik.html?m=1), diakses tanggal 2 Januari 2017)

ESRI. 2016. *How Kriging works*. [online]. ([http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm#ESRI\\_SECTION1\\_E112B7FAE\\_D26453D8DA4B9AEC3E4E9BF](http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm#ESRI_SECTION1_E112B7FAE_D26453D8DA4B9AEC3E4E9BF), diakses tanggal 20 Juni 2017)

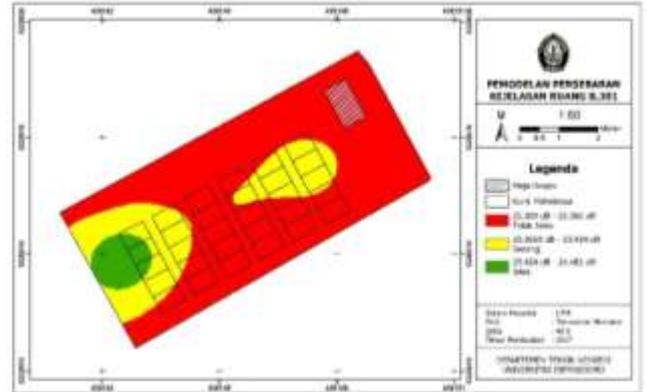
Lampiran Jurnal

Pemodelan Pada Ruang B.301

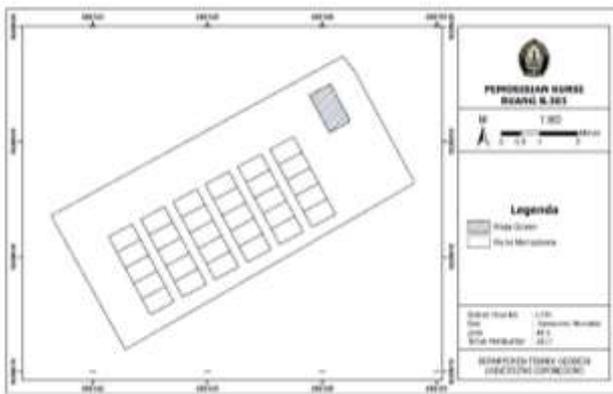
Hasil Pemodelan Tiga Dimensi :



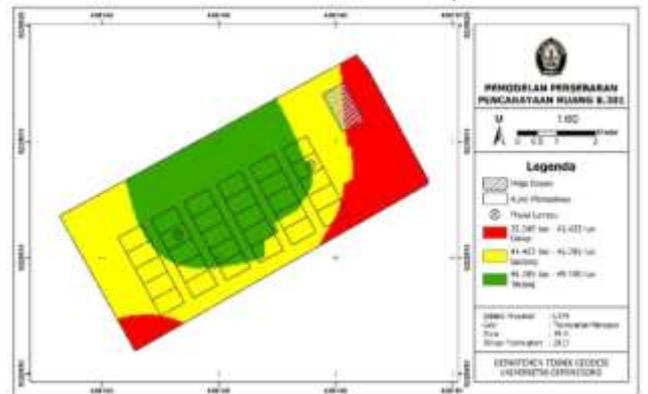
Pemodelan Persebaran Kejelasan



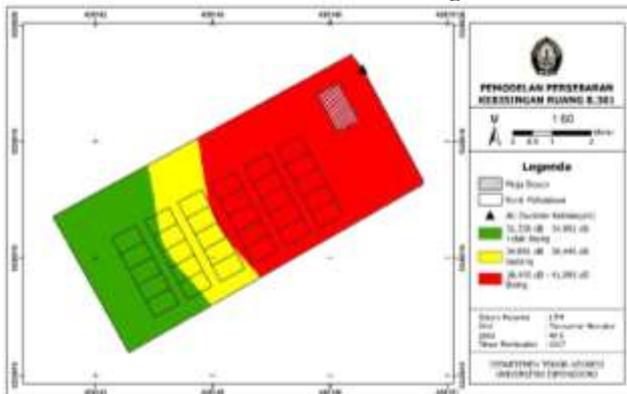
Pemosisian Kursi



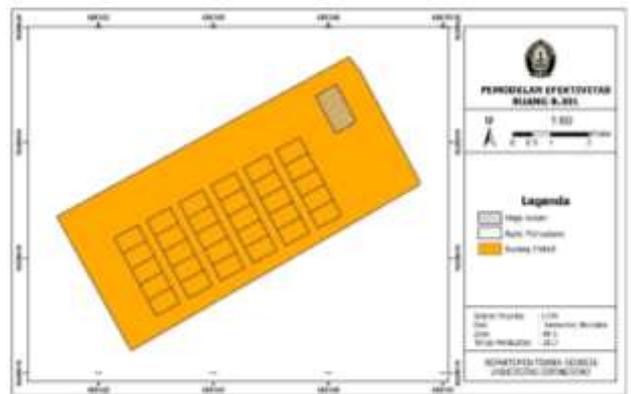
Pemodelan Persebaran Pencahayaan :



Pemodelan Persebaran Kebisingan :



Pemodelan Efektivitas Ruangan :

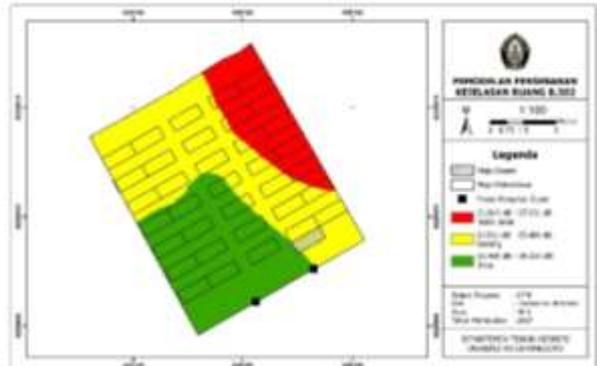


Pemodelan Pada Ruang B.302

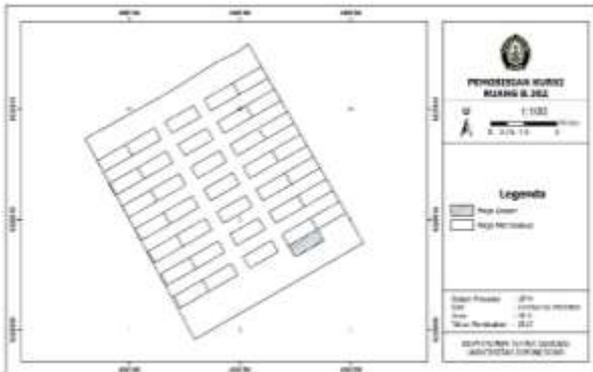
Hasil Pemodelan Tiga Dimensi :



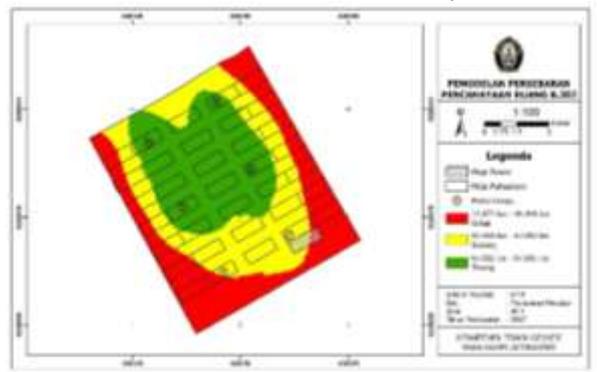
Pemodelan Persebaran Kejelasan



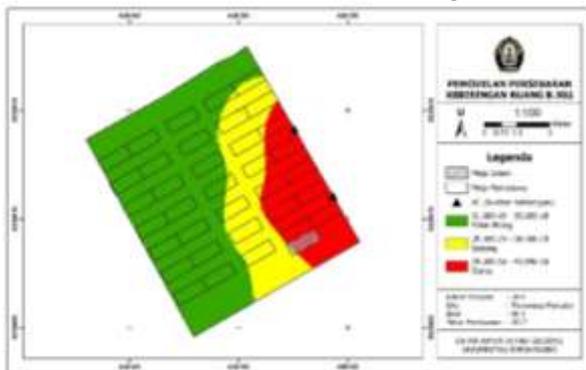
Pemosisian Kursi



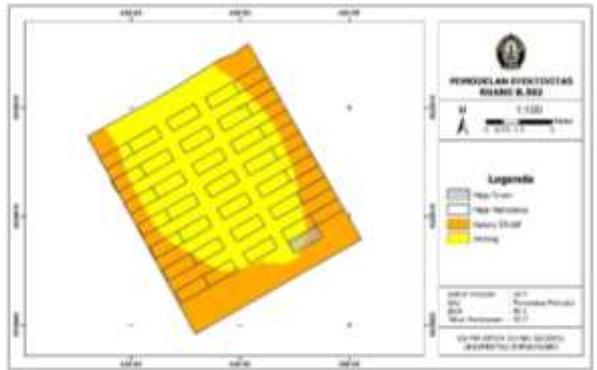
Pemodelan Persebaran Pencahayaan :



Pemodelan Persebaran Kebisingan :

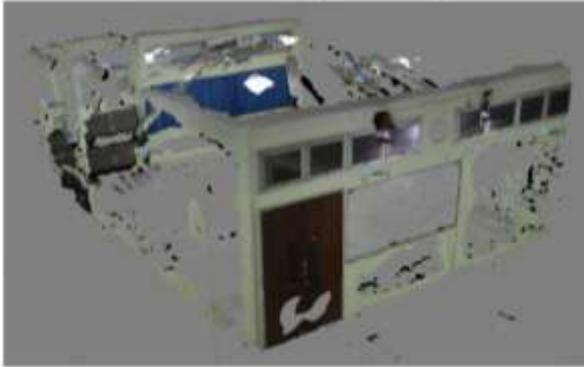


Pemodelan Efektivitas Ruangan :

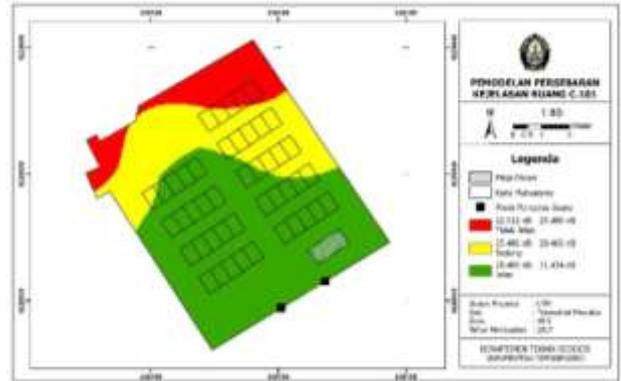


Pemodelan Pada Ruang C.101

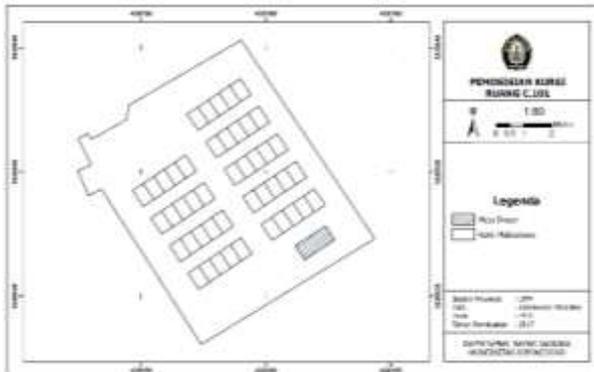
Hasil Pemodelan Tiga Dimensi :



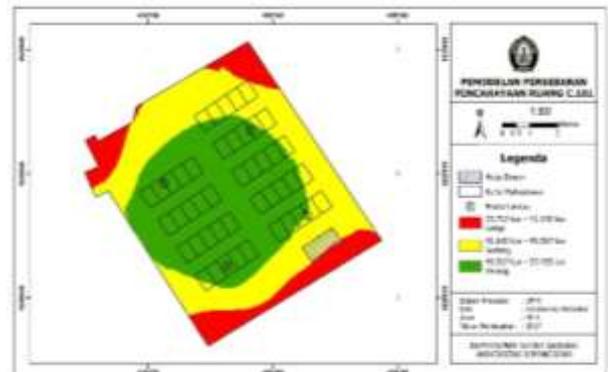
Pemodelan Persebaran Kejelasan



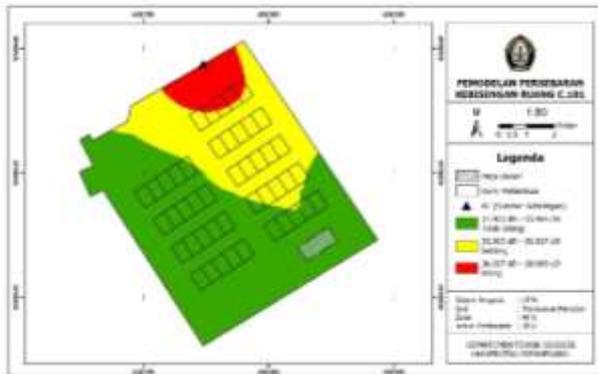
Pemosisian Kursi



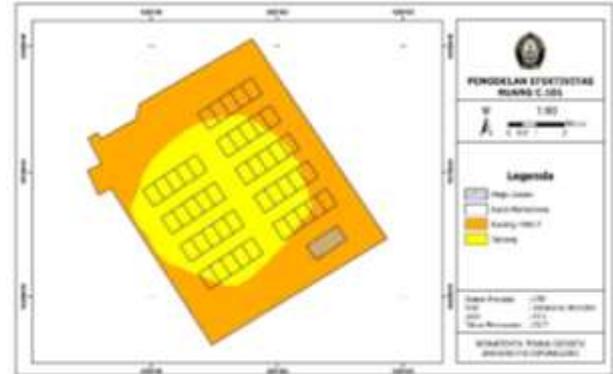
Pemodelan Persebaran Pencahayaan :



Pemodelan Persebaran Kebisingan :



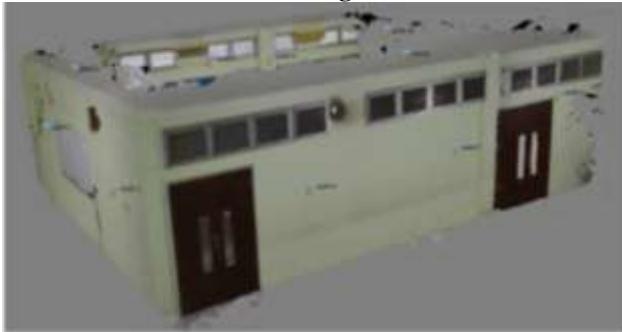
Pemodelan Efektivitas Ruangan :



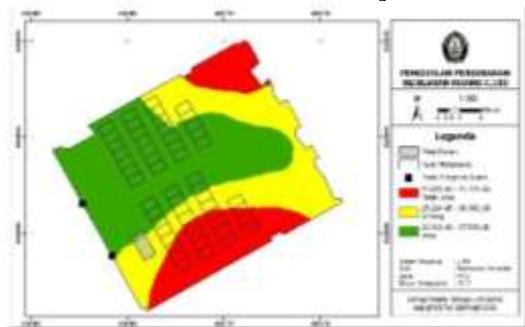


Pemodelan Pada Ruang C.103

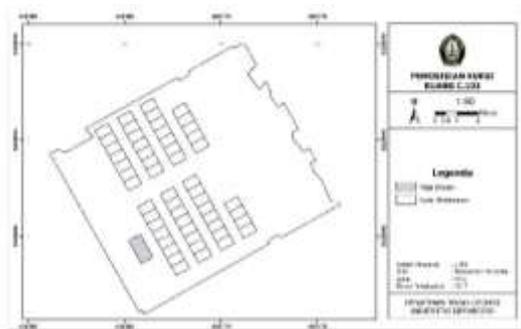
Hasil Pemodelan Tiga Dimensi :



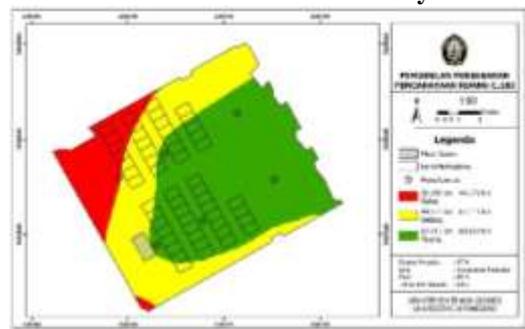
Pemodelan Persebaran Kejelasan



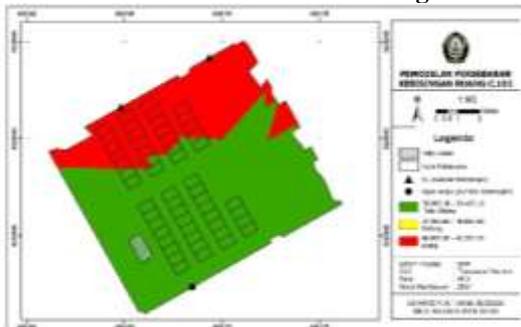
Pemosisian Kursi



Pemodelan Persebaran Pencahayaan :



Pemodelan Persebaran Kebisingan :



Pemodelan Efektivitas Ruangan :

