

SEBARAN SITUS PRASEJARAH DI KAWASAN KARST KABUPATEN

ENREKANG MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI *ECOCULTURAL*

NICHE - MAXIMUM ENTROPY



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mengikuti Ujian
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Humaniora Pada
Departemen Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya
Universitas Hasanuddin

Oleh :

Doloreno Putradana Lisupindan

F071 17 1312

DEPARTEMEN ARKEOLOGI

FAKULTAS ILMU BUDAYA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS ILMU BUDAYA

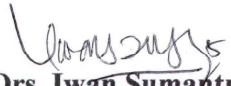
LEMBAR PENGESAHAN


Sesuai Surat Tugas Dekan Fakultas Ilmu Budaya Universitas Hasanuddin Nomor:
2047/UN4.9/KEP/2022 tanggal 20 Oktober 2022, dengan ini kami menyatakan
menerima dan menyetujui Skripsi ini.

Makassar, 11 Juli 2023

Pembimbing I

Pembimbing II



Drs. Iwan Sumantri, M.A., M.Si.
Nip. 195912211987031005


Nur Ihsan D. S.S., M.Hum.
Nip. 198511052019031011

Disetujui untuk diteruskan
Kepada Panitia Ujian Skripsi.

Dekan,

u.b. Ketua Departemen Arkeologi
Fakultas Ilmu Budaya Universitas Hasanuddin


Dr. Rosmawati, S.S., M.Si.
Nip. 197205022005012002

SKRIPSI

**SEBARAN SITUS PRASEJARAH DI KAWASAN KARST KABUPATEN
ENREKANG MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI
ECOCULTURAL NICHE – MAXIMUM ENTROPY**

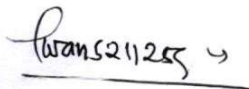
Disusun dan diajukan oleh

**Doloreno Putradana Lisupindan
F071171312**

Telah dipertahankan di depan panitia ujian skripsi
Pada tanggal 03 Agustus 2023
Dinyatakan telah memenuhi syarat

**Menyetujui
Komisi Pembimbing,**

Pembimbing I



Dr. Iwan Sumantri, M.A., M.Si.
Nip: 195912211987031005

Pembimbing II



Nur Ihsan D. S.S., M.Hum.
Nip: 198511052019031011

Dekan
Fakultas Ilmu Budaya
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Akin Duli, M.A.
Nip: 19407161991031010

Ketua Departemen Arkeologi
Fakultas Ilmu Budaya
Universitas Hasanuddin



Dr. Rosmawati, S.S., M.Si.
Nip: 197205022005012002

**UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS ILMU BUDAYA**

Pada hari Jumat, 11 Agustus 2023 Panitia Ujian Skripsi menerima dengan baik Skripsi yang berjudul :

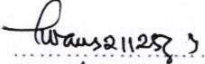
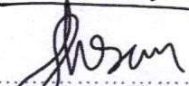
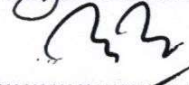
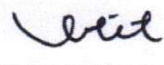
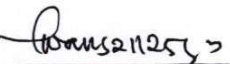
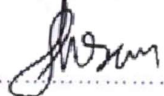
**SEBARAN SITUS PRASEJARAH DI KAWASAN KARST KABUPATEN
ENREKANG MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI
*ECOCULTURAL NICHE – MAXIMUM ENTROPY***

Yang diajukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat ujian skripsi guna memperoleh gelar Sarjana Sastra pada Departemen Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Hasanuddin.



08 Agustus 2023

Panitia Ujian Skripsi

- | | | |
|-----------------------------------|---------------|---|
| 1. Drs. Iwan Sumantri, M.A.,M.Si. | Ketua |  |
| 2. Nur Ihsan D. S.S.,M.Hum. | Sekretaris |  |
| 3. Dr. Muhammad Nur, M.A. | Penguji I |  |
| 4. Dr. Yadi Mulyadi, M.A. | Penguji II |  |
| 5. Drs. Iwan Sumantri, M.A.,M.Si. | Pembimbing I |  |
| 6. Nur Ihsan D. S.S.,M.Hum. | Pembimbing II |  |

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Doloreno Putradana Lisupindan
NIM : F071171312
Program Studi : Arkeologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

SEBARAN SITUS PRASEJARAH DI KAWASAN KARST KABUPATEN ENREKANG MENGGUNAKAN MODEL PREDIKSI ECOCULTURAL NICHE – MAXIMUM ENTROPY

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi/tesis/disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi/tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 8 Agustus 2023

Yang Menyatakan

Doloreno Putradana L.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia yang tidak henti-hentinya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan skripsi dengan judul *Prediksi Situs Prasejarah Di Kawasan Karst Kabupaten Enrekang Menggunakan Model Prediksi Ecocultural Niche - Maximum Entropy* diselesaikan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Humaniora di Departemen Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Hasanuddin. Skripsi ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi penulis, pembaca, serta dalam pengembangan ilmu arkeologi kedepannya.

Selesainya penulisan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari dorongan dan bantuan banyak pihak. Maka dari itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc beserta seluruh jajarannya.
2. Dekan Fakultas Ilmu Budaya, Prof. Dr. Akin Duli, M.A beserta seluruh jajarannya.
3. Ketua Departemen Arkeologi, Dr. Rosmawati, S.S., M.Si. dan Sekretaris Departemen Arkeologi, Yusriana, S.S., M.A,
4. Kepada ibu Dr. Khadijah Thahir Muda selaku Penasehat Akademik, saya ucapkan terima kasih
5. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Drs. Iwan Sumantri, M.A.,M.Si selaku pembimbing I dan bapak Nur Ihsan Djindar, S.S., M.A., selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Kepada seluruh staff pengajar Departemen Arkeologi, Drs. Iwan Sumantri, M.A, Dr. Hasanuddin, M.A, Dr. Anwar Tosibho, Dr. Muhammad Nur, Dr. Supriadi, S.S., M.A, Dr. Erni Erawati Lewa M.si, M.A, Dr. Yadi Mulyadi, S.S., M.A, Nur Ihsan Djindar, S.S., M.A, Dott. Erwin Mansyur Ugu Saraka,

Andi Muh. Syaiful, S.S., M.A, Suryatman S.S., M.Hum, Dr. H. Muh. Bahar Akkase Teng, Lc.P., M.Hum, Dr. Eng. Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis, Ir. H. Djamaluddin, MT, dan Asmunandar, S.S., M.Hum. Terima kasih telah menjadi pengingat sekaligus tempat berbagi pengetahuan.

7. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pak Syarifuddin, S.E yang telah membantu dalam pengurusan administratif selama penulis menjadi mahasiswa di Departemen Arkeologi.
8. Terima kasih kepada Muhsiy Kadir Pole, S.Hut dan Putra Hudlinas Muhammad, S.S, yang telah membagikan ide beserta ilmu yang sangat bermanfaat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Terima kasih yang tak terhingga kepada segenap Keluarga Mahasiswa Arkeologi (Kaisar) FIB-UH yang telah berbagi pengetahuan, pengalaman dan cerita-cerita. Untuk Kak Iswadi, Kak Pardi, Kak Basran, Kak Ambu, Kak Halid, Kak Nanang, Kak Aman. Kepada kakak – kakak Rock Art 2009, Tsulust 2010, Arrow 2011, Bunker 2012, Kajokkenmoddinger 2013, Dwarapala 2014, (Kak Ali, Kak Toi, Kak Ado, Kak Bambang, Kak Ari, Kak Muklis, Kak Riri, Kak Yoga, Kak Tamar, Kak Ahok, dkk) Pillbox 2015 (Kak Tulus, Kak Evi, Kak Mia, Kak Darfin, Kak Arini, Kak Ahok, Kak Senja, Kak Andoni, dkk.), Landbridge 2016 (Aso, Reza, Alwi, Riska, Istri, Wana dll.), Pottery 2018 (Accung, Akram, Agang, Adit, Arif, Algis, Taufiq, Kipli, Hafdal, Fadia, Andini, Ani, dkk.), Bastion 2019 (Yaya, Joy, Ningsih, Feri, Ilmi, Niar, Irda, Juki, Albar, dkk), terkhusus Kalamba 2020 yang memberikan sedikit pelajaran kepemimpinan kepada penulis (Rey, Aslam, Gilang, Arul, Ucu, Unding, Letkol, Pulla, Jeki, Ipul, Hakam, Fadlan, Gaspar, Arista, Imming, Anyul, Nam, Timah, Laras, Maria, Isti, Ende, Nanda, Dela, Aning, Rara, Tiara, Nurul, Husnul, dan semua yang tidak sempat saya sebutkan satu per satu), serta Mercusuar 2021 (Lukman, Bagong, Tonge, Inding, Roy, Aril, dkk.). Sekali lagi terima kasih teman-teman semua.
10. Untuk teman-teman angkatan penulis Sandeq 2017 (Asridhoal “Doal” Afreinaldy, Anugrah “Uge” Tantra, Ian “Mas” Winarto, Hermawan “Hermang” Abbas, Muh. “Saharuddin” Alif, Enriko “Riko” Pasangka,

Syamsul “Sem” Bahri, Imam “Ona” Sutakbir, Putra “Immag” Hudlinas, Jaelani “Bangjae” Ramadhan, Beni Reksa, Muhammad Samhir, Andi Ahdim, Azriel Azhar, Hendi Gunawan, Mega “Megu” Ayu, Besse “Paijo” Nurfaizah, Marselina “Sura”, Monira “Monir” Fyenci, Syahriana “Inces” Achmad, Nur “Indah” Amir, Firda “Friday” Anggraeni, Ria Aprilia, Maghfirah “Fira” Ramadhani, Erika Tamara, Ayu Tiranti, Ummi Amalin, Julia Haliana, Erniati, St. Fatima Suhartina), terima kasih sudah memberikan “harta karun” yang sangat berharga kepada penulis. Cerita-cerita dan pengalaman hidup bersama kalian akan selalu menjadi bagian yang akan selalu tersimpan di hati penulis.

11. Terima kasih pula untuk segenap Keluarga besar Blue Sky, Korps Pecinta Alam (Korpala) Universitas Hasanuddin, Kepada Abang-abang dan Kakak-kakak, juga Illang, Aras, Richard, Adri, Ian, Luppi, Akbar, Akram, Accung, Ismi, Kunnu, Dea, Dul, Fatan, Wantes, Tio, Gobang, Sude, Joy, Erwin, Riski, Jeje, Ochang, Ma’rup, dan teman-teman yang tidak sempat saya sebutkan satu per satu. Terima kasih atas segala cerita, ilmu dan pengetahuan, serta pengalaman survival selama di Mabes dan di lapangan. Suatu kehormatan dan kebanggaan bisa menjadi bagian dari kalian.
12. Untuk teman-teman penulis, Ade, Cina, Inno, Dendang, Iceng, Yundi, Rangga, Tala, Yesri, Batong, Amin, Rekzy, Ayam, dan Ecceng, Apri, Venny. Terima kasih sudah memberi dukungan selama penulis menjalankan aktivitas perkuliahan. Terlebih kepada Lifia “Pia” Edyson. Terima kasih banyak atas dukungannya. Gracias mi Amor !
13. Kepada keluarga penulis, Rila dan Yundi. Terima kasih atas bantuan materi dan non-materi yang kalian berikan kepada penulis. Terlebih khusus untuk kedua orang tua penulis, Daniel Lisupindan dan Hernyche Ada. Tidak ada kata yang sepadan diungkapkan untuk membalas semua hal yang kalian berikan kepada penulis selama ini. Maaf sudah membuat kalian menunggu terlalu lama. Karya kecil ini kupersembahkan untuk kalian. I lop u polll !

Sekali lagi terima kasih banyak semuanya. Hal-hal baik senantiasa menjumpai kalian, orang-orang baik.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	Ii
KATA PENGANTAR.....	VI
DAFTAR ISI.....	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR FOTO	XII
DAFTAR TABEL.....	XIII
ABSTRAK.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Riwayat Penelitian.....	4
1.3. Permasalahan Penelitian.....	7
1.4. Tujuan Dan Manfaat.....	8
1.5. Sistematika Penulisan.....	10
BAB II KERANGKA KONSEPTUAL	11
2.1. Prasejarah Sulawesi.....	11
2.2. Survei	13
2.3. Sistem Informasi Geografis.....	14
2.4. Model Prediksi Dalam Arkeologi.....	15
2.5. Maximum Entropy Dalam Penelitian Arkeologi.....	19
2.6. Penelitian Relevan.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Alur Penelitian.....	25
3.2 Data Penelitian	26
3.2.1. Data Spasial Situs Prasejarah (Data Dependen)	26
3.2.2. Data Spasial Daerah Lokasi Penelitian (Data Independen)	27
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.3.1. Pengumpulan Data	28

3.3.1.1.	Studi Pustaka	28
3.3.2.	Pemrosesan Data	28
3.3.4.	Validasi Dan Survei Lapangan	38
3.3.5.	Deskripsi Data	39
3.3.6.	Dokumentasi Data	39
3.3.7.	Analisis Data	39
BAB IV HASIL PENELITIAN		41
4.1.	Hasil Pengolahan Data	41
4.1.2.	Jack-Knife Curve Dan Ommision Curve.....	43
4.1.3.	Kurva Respon Dan Percentage Contribution	46
4.2.	Hasil Survei Validasi.....	52
4.3.	Situs Prasejarah Di Enrekang	58
4.3.1.	Sebaran Situs Hasil Survei Validasi	58
4.3.2.	Deskripsi Situs.....	59
4.3.2.1.	Situs Tebing Garotin.....	59
4.3.2.2.	Situs Lo'ko' Malillin	60
4.3.2.3.	Situs Lo'ko' Malillin 2	64
4.3.2.4.	Situs Buttu Lagisan.....	66
4.3.2.5.	Situs Buttu Marari	68
4.4.	Analisis Lingkungan	70
4.5.	Efektivitas Maxent Dalam Survei Arkeologi Di Enrekang	71
BAB V PENUTUP		73
5.1.	Kesimpulan	73
5.2.	Saran.....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Probability Map dan Hasil Evaluasi MaxEnt di Gunung Sewu.....	21
Gambar 2 : Probability Map dan hasil survei evaluasi MaxEnt di Southern California.....	22
Gambar 3 : Layer Variabel Lingkungan Pemodelan MaxEnt di Pampas, Argentina	23
Gambar 4 : Angka Presentase Kontribusi tiap Variabel Model MaxEnt di Pampas, Argentina.....	24
Gambar 5 : Bagan Alur Penelitian	25
Gambar 6 : Gambaran Data CSV.....	29
Gambar 7 : Layer Geologic Unit (Limestone)	30
Gambar 8 : Layer Slope	31
Gambar 9 : Layer Aspect	33
Gambar 10 : Layer Lineament Density.....	34
Gambar 11 : Layer Jenis Tanah	35
Gambar 12 : Layer Jarak dari Sungai.....	36
Gambar 13 : Langkah 1 Penggunaan Aplikasi MaxEnt.....	37
Gambar 14 : Langkah 2 Penggunaan Aplikasi MaxEnt.....	38
Gambar 15 : Probability Map Hasil MaxEnt	41
Gambar 16 : Probability Map Area Studi	42
Gambar 17 : Diagram Luasan Klasifikasi Area Probability	43
Gambar 18 : Jackknife Curve.....	44
Gambar 19 : Omission Curve	45
Gambar 20 : Kurva Respon Elevasi	47
Gambar 21 : Kurva Respon Slope.....	48
Gambar 22 : Kurva Respon Lineament Density	49
Gambar 23 : Kurva Respon Aspect.....	49
Gambar 24 : Kurva Respon Jarak dari Sumber Air	50
Gambar 25 : Kurva Respon Jenis Tanah.....	51
Gambar 26 : Peta Alur Survey Validasi.....	53
Gambar 27 : Area Survey Kecamatan Curio	54
Gambar 28 : Area Survey Kecamatan Alla.....	55
Gambar 29 : Area Survey Kecamatan Anggeraja	56
Gambar 30 : Area Survey Kecamatan Malua	56
Gambar 31 : Area Survey Kecamatan Baraka	57
Gambar 32 : Sebaran Situs Hasil Survey Validasi.....	58

DAFTAR FOTO

Foto 1 : Kanan : Situs Tebing Garotin. Kiri : Panel Lukisan Dinding Situs Tebing Garotin	59
Foto 2 : Kiri : Gambar Cadas Situs Tebing Garotin. Kanan : Hasil DStrech Analisis CRGB.....	60
Foto 3 : Mulut Gua Ruang 1 Situs Lo'ko' Malillin 1.....	61
Foto 4 : Mulut Gua Ruang 2 Situs Lo'ko' Malillin 1.....	61
Foto 5 : Ruang 1 Situs Lo'ko' Malillin 1	62
Foto 6 : Panel Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 1	62
Foto 7 : Kanan : Sampel 1 Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 1. Kiri : Hasil DStrech Analisis CRGB.....	63
Foto 8 : Kanan : Sampel 2 Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 1. Kiri : Hasil DStrech Analisis CRGB.....	63
Foto 9 : Kanan : Sampel 3 Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 1. Kiri : Hasil DStrech Analisis CRGB.....	64
Foto 10 : Situs Lo'ko' Malillin 2	64
Foto 12 : Kiri : Sampel 1 Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 2. Kanan : Hasil DStrech Analisis CRGB.....	65
Foto 11 : Kiri : Sampel 2 Gambar Cadas Situs Lo'ko' Malillin 2. Kanan : Hasil Analisis DStrech Analisis CRGB	65
Foto 13 : Lingkungan Situs Buttu Lagisan	66
Foto 14 : Sampel Temuan Fragmen Gerabah Situs Buttu Lagisan	67
Foto 15 : Ruang Situs Buttu Lagisan	67
Foto 16 : Situs Buttu Marari	68
Foto 17 : Temuan Lumpang Batu Situs Buttu Marari.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Angka Probabilitas (AUC) gua dengan skala 1 di Gunung Sewu	21
Tabel 2 : Kontribusi Parameter (Variabel Independen) hasil MaxEnt di Southern California.....	22
Tabel 3 : Angka Presentase Kontribusi tiap Variabel Model MaxEnt di Pampas, Argentina.....	24
Tabel 4 : Tabel Data Informasi Parameter Lingkungan Penelitian.....	27
Tabel 5 : Tabel Variable Percentage Contribution (%).....	51
Tabel 6 : Daftar Situs Hasil Survey Validasi	59

ABSTRAK

PUTRADANA DOLORENO *Situs Prasejarah Di Kawasan Karst Kabupaten Enrekang Menggunakan Model Prediksi Ecocultural Niche - Maximum Entropy* (dibimbing oleh: Drs. Iwan Sumantri, M.A, M.Si dan Nur Ihsan D. S.S., M.A.)

Penelitian ini membahas sebaran situs prasejarah menggunakan pemodelan Ecocultural Niche aplikasi Maximum Entropy dengan mengambil studi kasus area studi Kabupaten Enrekang. Hal ini dimaksudkan untuk menemukan jejak aktivitas manusia prasejarah di Kabupaten Enrekang - mengingat secara geografis, Enrekang memiliki potensi data arkeologi. Pemodelan ini merupakan pemodelan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan pendekatan geografis. Pemodelan ini kemudian menghitung akumulasi data situs arkeologi sebelumnya sebagai variabel dependen, dan data environment (data spasial) sebagai variabel independen. Kedua variabel tersebut kemudian dihitung pada aplikasi pemodelan dengan menghitung kehadiran pada area studi yang ditentukan berdasarkan kesamaan lingkungan pada Study Area.

Penelitian ini menghasilkan sebaran informasi informasi situs prasejarah di Kabupaten Enrekang, menggunakan pengaplikasian pemodelan Maximum Entropy sekaligus memberikan informasi tentang variabel lingkungan apa yang paling mempengaruhi prediksi situs arkeologi. Selain itu, penelitian ini juga memberikan evaluasi pada efektivitas penggunaan Maximum Entropy dalam survei arkeologi.

Kata Kunci: Prasejarah, Model Prediksi, *MaxEnt*, Survei, *GIS*

ABSTRACT

PUTRADANA DOLORENO *Distribution of Prehistoric Sites in the Karst Region of Enrekang Regency Using the Ecocultural Niche - Maximum Entropy Prediction Model* (supervised by: Drs. Iwan Sumantri, M.A, M.Si and Nur Ihsan D. S.S., M.A.)

This research discusses the distribution of prehistoric sites using Ecocultural Niche modeling through the Maximum Entropy application, focusing on a case study in the Enrekang Regency study area. The aim is to uncover traces of prehistoric human activities in Enrekang Regency, considering its geographical potential for archaeological data. This modeling is GIS-based, employing a geographical approach. The model calculates the accumulation of previous archaeological site data as the dependent variable, with environmental data (spatial data) as the independent variable. Both variables are then processed in the modeling application by assessing their presence in the designated study area based on environmental similarities.

This research yields the distribution of prehistoric site information in Enrekang Regency, using the Maximum Entropy modeling approach, while also revealing which environmental variables most significantly influence archaeological site predictions. Furthermore, this research evaluates the effectiveness of Maximum Entropy in archaeological surveys.

Kata Kunci: Prehistoric, Prediction Model, MaxEnt, Survey, *GIS*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penghunian dan pemanfaatan gua pada masa prasejarah dapat dilihat dari tinggalan – tinggalan yang terdapat pada gua prasejarah. Tinggalan tersebut mencerminkan aktivitas masyarakat masa lalu berdasarkan skala ruang dan waktu. Bentuk aktivitas itulah yang menggambarkan okupasi dan pemanfaatan gua pada masa prasejarah. (Mundardjito, 1990 : 19-31) Penelitian yang dilakukan oleh Puslit Arkenas pada tahun 1999 oleh Simanjuntak (1999) di Kawasan Karst Gunung Sewu menyimpulkan bahwa gua-gua pada masa prasejarah dimanfaatkan secara multifungsi yakni sebagai tempat perbengkelan batu, dapur, dan aktivitas sehari-hari lainnya (Simanjuntak, 1999).

Berdasarkan penelitian, manusia mulai memanfaatkan karst pada masa pleistosen akhir dan berlanjut hingga holosen. Hal ini dapat dilihat dari tinggalan arkeologis dari beberapa penelitian arkeologi yang dilakukan. Salah satu penelitian yang membahas hal ini ialah penelitian yang dilakukan Aubert (2014). Hasil penelitiannya menghitung pertanggalan tinggalan gambar cadas dengan usia berkisar antara 40.000 – 18.000 tahun yang lalu (Aubert, 2014 : 223-227). Hasil penelitian yang juga menghitung pertanggalan tinggalan arkeologis dapat dilihat dari alat-alat batu hasil penyerpihan yang ditemukan pada Leang Burung 2, Leang Sakapao 1, dan Leang Bulu Bettue dengan pertanggalan berkisar antara 35.000 – 19.000 tahun yang lalu (Brumm et al., 2018 : 223-260).

Pemanfaatan gua pada masa prasejarah telah menjadi objek penelitian di Indonesia hingga sekarang. Namun, pada kenyataannya masih meninggalkan beberapa daerah untuk dieksplor. Salah satu kawasan karst yang minim terdapat data arkeologi mengenai penghunian dan pemanfaatan gua ialah kawasan karst Enrekang – Toraja.

Survei mengenai pemanfaatan gua di kawasan karst Sulawesi Selatan telah banyak dilakukan. Beberapa eksplorasi arkeologi baik itu survei permukaan hingga ekskavasi dilakukan untuk mengungkap data pemanfaatan karst pada masa prasejarah. Namun, dalam perkembangannya, hingga kini model survei yang digunakan masih mengandalkan survei dengan mendatangi langsung area studi yang akan disurvei dan dengan mendalami informasi langsung dari lapangan dalam melakukan perencanaan, seperti yang dilakukan oleh Balai Arkeologi Makassar (2007).

Selain itu, hal yang menjadi fokus ialah adanya terdapat beberapa daerah yang belum disurvei terkait tinggalan arkeologis. Survei yang dilakukan di Kabupaten Enrekang hanya berfokus pada beberapa daerah yang memiliki potensi arkeologis. Survei yang dilakukan Balai Arkeologi Makassar (2009-2013) di kawasan karst Enrekang dilakukan dengan menelusuri langsung area-area yang memiliki potensi arkeologis seperti Kecamatan Anggeraja dan Kecamatan Enrekang. Hasil survei sebelumnya menemukan beberapa situs arkeologi, diantaranya situs penguburan serta ceruk yang di dalamnya ditemukan artefak batu yang menggambarkan aktivitas masyarakat austronesia. Namun, di beberapa area lain seperti Kecamatan Baraka, Curio, dan Alla yang notabene memiliki tutupan

batugamping yang nampak di permukaan masih belum terjamah dan belum ditelusuri secara mendalam.

Dalam upaya menjangkau daerah yang lebih luas dan terukur, penelitian ini berupaya memberikan metode survei dengan penggunaan model prediksi dalam melakukan penelusuran dan menentukan sebaran jejak pemanfaatan karst di masa prasejarah. Penggunaan metode ini memungkinkan arkeolog untuk menemukan jejak aktivitas prasejarah pada area studi dengan perencanaan melalui survei penginderaan jauh. Adanya hasil survei penginderaan jauh yang berupa peta probability dapat membantu arkeolog dalam merencanakan survei yang akan dilakukan. Namun, pada penerapannya, efektivitas metode ini hanya berpotensi pada daerah yang memiliki riwayat penelitian arkeologis yang jelas, seperti kawasan karst Maros-Pangkep.

Dalam beberapa penelitian eksploratif arkeologi, model prediksi telah menjadi hal yang umum dilakukan. Penerapan model prediksi dalam penelitian arkeologi biasa dilakukan di Amerika Utara dan Selatan. Hal ini dapat membantu merekonstruksi dinamika pemukiman kuno sekaligus menemukan situs arkeologi di daerah yang belum di survei. Seperti yang dikatakan Nurani (1999 : 2), lingkungan merupakan faktor penentu utama manusia dalam menentukan tempat tinggal. Ketersediaan air, makanan, dan vegetasi menjadi variabel yang dapat dilihat dalam penentuan lokasi tersebut. Pada masa prasejarah, bentuk lingkungan gua ataupun ceruk dimanfaatkan manusia sebagai tempat perlindungan dalam melakukan aktivitasnya. Karenanya, gua dan ceruk menjadi salah satu opsi utama sebagai hunian (Nurani, 1999 : 1 – 19).

Di kawasan karst Maros-Pangkep, banyak tersebar situs prasejarah. Dengan kondisi yang sama, karst di Kabupaten Enrekang tidak memiliki sebaran yang sama. Adanya kemiripan secara geografis suatu area dapat dijadikan parameter untuk memperoleh kemungkinan keberadaan situs prasejarah. Oleh karena itu, model prediksi Maximum Entropy yang notabene menggunakan variabel lingkungan dalam determinasinya menjadi model yang akan diterapkan dalam menemukan sebaran jejak aktivitas manusia di masa prasejarah pada kawasan karst dengan mengangkat studi kasus di Kabupaten Enrekang.

1.2. Riwayat Penelitian

Penelitian mengenai gua prasejarah di Sulawesi Selatan dipelopori oleh dua orang *naturalist* Paul dan Fritz Sarasin. Dalam kunjungannya pada tahun 1902-1905, kedua orang ini menemukan tinggalan artefak batu di Leang Cakondo dan beberapa sisa-sisa tulang dan gigi di Leang Ululeba. Selain itu, ditemukan juga sisa-sisa tulang hewan mamalia di Leang Balisao (Heckeren, 1957). Hasil penelitian yang ditulis dalam buku *Reisen in Celebes* memicu penelitian-penelitian gua-gua prasejarah di Sulawesi Selatan.

Pada tahun 2011 hingga 2014, Balai Arkeologi Sulawesi Selatan melakukan survei dan ekskavasi di kawasan karst Kabupaten Enrekang. Hasil penelitian tersebut menemukan tinggalan arkeologis berupa artefak batu berupa serpih, artefak tulang, dan gerabah, dan manik-manik. (Hasanuddin et al., 2013) Selain itu, hasil survei lapangan menemukan gua dengan lukisan dinding motif cap tangan di daerah Tebing Lunjeng Kecamatan Baraka. (Balai Arkeologi Makassar, 2014)

Keluarga Mahasiswa Arkeologi Fakultas Ilmu Budaya Universitas Hasanuddin kembali melakukan eksplorasi di Kawasan Karst Bontocani pada tahun

2018. Eksplorasi tersebut dilakukan dengan menyusuri Kawasan Karst Bontocani yang notabene masih di area formasi batugamping Tonasa khususnya di Desa Pattuku dan Ere Cinnong. Hasil eksploarsi tersebut menemukan 9 gua prasejarah antara lain Leang Kalubimpi 1 dan 2, Leang Lampe, Leang Cinaguri', Leang Tinadoe, Leang Baranae, Leang Peccenge, Leang Ganrae, dan Leang Cani. Tinggalan arkeologis yang ditemukan berupa artefak batu, sisa-sisa tulang, dan gerabah. (Tim Eksplorasi KAISAR FIBUH, 2018).

Hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa survei mengungkap keberadaan situs – situs prasejarah telah dilakukan di beberapa daerah di Sulawesi Selatan. Penelitian – penelitian tersebut dilakukan dengan mendatangi secara langsung area studi. Namun, kali ini, penulis menggunakan model ini untuk menjawab pertanyaan arkeologis terkait jejak aktivitas prasejarah di Kabupaten Enrekang. Hal ini tidak lain dilakukan untuk menambah efisiensi dan efektivitas dalam melakukan survei pada lokasi penelitian.

Dalam pemodelan prediksi arkeologi, sebaran situs diprediksi berdasarkan hubungan spasial dengan variabel lain (Franklin, Potts, Fisher, Cowling, & Marean, 2015 : 1 - 15). Hasil pemodelan ini mengeluarkan output berupa peta *probability* yang dibangun berdasarkan korelasi antara situs referensi arkeologi dengan lingkungannya (Novielloa, Cafarelli, Calculli, Sarris, & Mairota, 2018 : 34 – 44)

Berdasarkan data dari berbagai penelitian, jejak okupasi manusia terhadap gua pada masa prasejarah banyak terdapat di kawasan karst berupa gua-gua batugamping. Oleh karena itu,. Formasi Karst dengan tutupan batu gamping (*limestone*) merupakan tempat utama sekaligus variabel utama yang menjadi fokus survei dalam upaya menemukan jejak pemanfaatan gua prasejarah. Gua-

gua batugamping pada umumnya menjadi bukti nyata kejadian sejarah organisme padasuatu lingkungan, dimana setiap rongga di dalam gua mampu mengakumulasi semua bukti fosil organisme, bukti dari catatan masa lampau (Sukanto, 2000 :12).

Di wilayah utara Sulawesi Selatan, terdapat formasi karst dengan tutupan batugamping (*limestone*) yang membentang dari Enrekang, Tana Toraja, hingga Toraja Utara. Berdasarkan data geologi, wilayah tersebut merupakan wilayah Karst dengan tutupan batugamping Formasi Makale, Formasi ini terdiri dari batugamping terumbu yang terbentuk dari masa eosen hingga miosen tengah (Sukido, 1997).

Hasil penelitian Balai Arkeologi Makassar mulai tahun 2009 hingga 2014 menemukan berapa tinggalan arkeologis di Kabupaten Enrekang. Tinggalan tersebut yakni artefak batu berupa serpih, artefak tulang, tembikar pada Gua Buttu Batu (Hasanuddin, 2018), serta lukisan dinding bermotif cap tangan. Temuan-temuan ini mengindikasikan adanya jejak pemanfaatan dan okupasi gua pada masaprasejarah di Kawasan Karst tersebut.

Dari uraian di atas, dapat dikatakan bahwa terdapat potensi arkeologis yang dapat mengindikasikan banyak potensi aktivitas prasejarah pada wilayah Karst Enrekang area tertentu seperti Kecamatan Enrekang, Anggeraja dan Buttu Batu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kemungkinan keberadaan aktivitas pada daerah yang memiliki potensi tersebut secara luas. Penelitian ini dapat menambah data aktivitas prasejarah di kawasan karst tersebut dengan menggunakan survei penginderaan jauh.

Dari beberapa survei arkeologis yang dilakukan oleh peneliti khususnya di Sulawesi Selatan, metode yang digunakan ialah dengan melakukan survei langsung

di lapangan. Hal ini dilakukan dalam kurun waktu 1-3 bulan. Dalam penelitian arkeologi terdapat pendekatan alternative untuk melakukan survei yang dikemukakan oleh Gumerman (1971). Pendekatan alternative ini menghitung kemungkinan keberadaan potensi sumber daya arkeologi dalam suatu area. Pendekatan alternatif ini dilakukan dengan mengambil data distribusi situs arkeologi yang telah ditemukan terhadap kondisi lingkungan yang sama dan kemudian memproyeksikan distribusi lokasi yang serupa terhadap semua elemen lingkungan yang serupa di wilayah studi. (King, 1978 : 57)

Salah satu model prediksi yang menggunakan metode serupa ialah *Eco-Cultural Niche Model* atau yang biasa dikenal dengan *ECNM*. Tujuan utama *ECNM* adalah untuk mengevaluasi, mensimulasikan, dan merekonstruksi bagaimana populasi manusia purba dapat merespons kondisi geografis dan untuk memahami mana kondisi yang paling mempengaruhi populasi ini. (William Banks et al., 2006 : 68 – 83). Studi kelayakan penerapan metode *ECNM* pada ilmu arkeologi telah dilakukan pertama kali di National Lokakarya yang didanai Science Foundation, 11-13 Maret 2004, di University of Kansas, Lawrence, diselenggarakan oleh Krishtalka dan Barat.

Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menjawab sebaran situs prasejarah di wilayah karst Kabupaten Enrekang menggunakan pendekatan lingkungan serta menghitung seberapa besar pengaruh lingkungan terhadap lokasi situs prasejarah di Kabupaten Enrekang.

1.3. Permasalahan Penelitian

Dari uraian latar belakang di atas, penulis berupaya menjawab eksistensi

budaya okupasi dan pemanfaatan masa prasejarah di Kabupaten Enrekang menggunakan pendekatan lingkungan. Seperti yang dikatakan sebelumnya, bahwa lingkungan merupakan salah satu faktor utama penentuan lokasi hunian, serta bahwa *ECNM : MaxEnt* merupakan model prediksi yang dapat menghitung kemungkinan serta merekonstruksi bagaimana populasi manusia purba merespon kondisi lingkungan sekitar, maka penulis menggunakan Eco-cultural Niche Model¹ dengan aplikasi Maximum Entropy² untuk menjawab permasalahan tersebut. Model ini mengkalkulasi variabel lingkungan yang memiliki pengaruh besar dalam memprediksi posisi gua prasejarah.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, penulis menyusun pertanyaan penelitian antara lain:

1. Bagaimana prediksi sebaran situs prasejarah di kawasan karst Kabupaten Enrekang berdasarkan aplikasi pemodelan *MaxEnt* ?
2. Seberapa besar pengaruh tiap variabel lingkungan terhadap sebaran situs prasejarah di kawasan karst Kabupaten Enrekang berdasarkan aplikasi pemodelan *MaxEnt* ?
3. Bagaimana efektivitas penggunaan Model Prediksi Maximum Entropy dalam memprediksi situs prasejarah di Kabupaten Enrekang ?

1.4. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan analisis permasalahan di atas, kondisi geografis kabupaten Enrekang memiliki potensi arkeologis khususnya prasejarah. Untuk itu, penelitian

¹ Analisis Ekologi dan Budaya *Eco-Cultural Niche Model*, dalam penelitian ini selanjutnya akan disingkat ECNM.

² Aplikasi Analisis ECNM, dalam penelitian ini selanjutnya akan disingkat *MaxEnt*.

ini bertujuan untuk melihat prediksi situs prasejarah di Kabupaten Enrekang dengan menghitung kemungkinan keberadaan situs berdasarkan *remote sensing survei* (survei citra). Hasil perhitungan tersebut kemudian dijadikan data untuk menjawab seberapa besar pengaruh tiap variabel lingkungan terhadap situs arkeologi di Kabupaten Enrekang.

Manfaat penelitian ini memberikan petunjuk bahwa lingkungan dapat menjadi penentu aktivitas manusia pada masa prasejarah. Seperti yang dikatakan Nurani (1999) bahwa lingkungan menjadi salah satu faktor pendukung penentuan aktivitas manusia khususnya hunian, maka pemodelan ini dapat menjawab pernyataan tersebut melalui penghitungan angka perolehan kemungkinan dari tiap variabel lingkungan yang digunakan.

Selain itu, penelitian ini memberikan petunjuk dalam menerapkan *remote sensing survei* khususnya *MaxEnt* dalam menambah data gua-gua prasejarah di Sulawesi Selatan khususnya di Kabupaten Enrekang. Model ini dapat membantu dalam penelitian arkeologi dalam hal melakukan perencanaan sebelum melakukan survei lapangan. Penggunaan pemodelan dalam penelitian arkeologi dapat memberikan pengaruh mulai dari penganggaran, waktu penelitian yang lebih efisien, dan hasil survei yang lebih efektif. Hasil – hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi terhadap penelitian mengenai jejak peninggalan prasejarah di Sulawesi Selatan, khususnya Kabupaten Enrekang.

1.5. Sistematika Penulisan

Bab I berisi tentang latar belakang, riwayat penelitian, permasalahan penelitian, tujuan dan manfaat, metode penelitian, alur penelitian, rencana penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

Bab II berisi tentang kerangka konseptual, mulai dari prasejarah sulawesi, survei, sistem informasi geografis, model prediksi dalam arkeologi, maximum entropy dalam penelitian arkeologi, dan penelitian relevan.

Bab III berisi tentang metodologi penelitian yang mencakup data penelitian dan metode penelitian

Penulisan bab IV berisi tentang hasil pengolahan data, hasil survei validasi, prediksi sebaran situs prasejarah di enrekang, sebaran situs hasil survei validasi, deskripsi situ, analisis lingkungan, dan efektivitas MaxEnt dalam survei arkeologi di Enrekang.

Penulisan bab V berisi tentang penutup yang terdiri dari kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

BAB II

KERANGKA KONSEPTUAL

Bab ini membahas tentang kerangka konseptual dari penelitian yang dilakukan. Kerangka konseptual berisi tentang tinjauan teoritis dari topik pembahasan yang akan diangkat dalam penelitian. Kerangka konseptual ditulis sebagai batasan definitif dan pemahaman dari topik penelitian mulai dari prasejarah sulawesi, survei, sistem informasi geografis, bagaimana penerapan model prediksi dalam arkeologi, serta penerapan maximum entropy dalam penelitian arkeologi. Pembatasan defenisi dan pemahaman topik tersebut dimaksudkan untuk membangun pemahaman yang relevan terhadap penggunaan istilah dan pembahasan topik yang dibahas dalam penelitian ini. Selain itu, terdapat sub bagian penelitian relevan untuk menjelaskan penelitian ini secara historis dan relevansi topik pembahasan dan penelitian yang dilakukan.

2.1. Prasejarah Sulawesi

Budaya prasejarah di Sulawesi Selatan sudah ada sejak zaman pleistosen. Hal ini dapat dibuktikan dari penemuan gambar cadas di beberapa dinding gua khususnya di Kawasan Maros – Pangkep. Pada tahun 2007, Balai Arkeologi Makassar mendapat informasi dari tim peneliti biologi LIPI dan Perancis. Mereka telah melakukan observasi di gugusan karst Bontocani dan secara tidak sengaja menemukan lukisan dinding di gua yang mereka kunjungi. Pada tahun 2013, hasil penelitian BPCB Makassar menemukan 142 lukisan dinding pada dinding gua Uhalie di Bontocani. (BPCB Makassar, 2013). Beberapa hasil penelitian di atas mengindikasikan bahwa budaya prasejarah di Sulawesi Selatan telah eksis

melalui peninggalan berupa gambar cadas di beberapa dinding gua.

Penelitian selanjutnya dilaksanakan di beberapa tempat di Kawasan Maros – Pangkep. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Balai Arkeologi Sulawesi Selatan yang bekerjasama dengan Griffith University Australia, ditemukan bahwa gambar cadas tersebut memiliki usia 45.000 tahun. (Aubert et al., 2019) Penelitian mengenai pertanggalan lainnya dilakukan di *Leang Timpuseng*. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa gambar cadas berupa babi memiliki usia 40.000 tahun. (Aubert et al., 2014).

Penelitian budaya prasejarah di Sulawesi Selatan tidak hanya menemukan budaya pada zaman pleistosen. Peninggalan zaman holosen juga banyak ditemukan. Eksistensi budaya zaman holosen di Sulawesi dapat dilidengan beberapa penelitian mengenai budaya pra-neolitik. Budaya pra- neolitik di Sulawesi Selatan dapat dibuktikan melalui peninggalan berupa artefak batu di *Leang Jarie*. Selain itu, penelitian massif yang dilakukan oleh Balai Arkeologi Makassar di kawasan karst Bontocani menemukan beberapa peninggalan pada masa holosen. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa terdapat dua fase hunian holosen pada situs *Leang Batti* yakni fase pertama dan fase kedua. Fase pertama adalah hunian Holosen Awal diperkirakan berlangsung antara 9000 hingga 7000 tahun lalu, sedangkan fase kedua berlangsung antara 7000 hingga 3500 tahun lalu. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan kedua artefak batu yang ditemukan pada penggalian di situs *Leang Batti*. Artefak serpih pada fase kedua mulai mengalami perubahan karena pengaruh Toalean mulai masuk ke dalam konsep dasar sipembuat artefak (Suryatman dkk., 2020). Berdasarkan penelitian tersebut dapat dilihat eksistensi kebudayaan penghunian gua pada masaprasejarah

di kawasan karst Sulawesi Selatan.

Di dataran Sulawesi Selatan, budaya gua memiliki distribusi yang paling banyak (Nur, 2000 : 30). Hal ini dapat dilihat dari temuan pada beberapa gua-gua prasejarah di Sulawesi Selatan yang telah dikemukakan oleh para peneliti terdahulu, memperlihatkan adanya aktivitas berburu antara satu gua dengan gua lainnya yang berada di kawasan pegunungan gamping (karst). Gua yang memiliki bukti arkeologis terhadap pemanfaatan gua pada masa prasejarah di Enrekang ialah Gua Bulu dan Gua Buttu Batu.

2.2. Survei

Penemuan situs arkeologi dipengaruhi oleh berbagai variabel termasuk kondisi geologi, kedekatan dengan akses perpindahan, pemukiman atau situs arkeologi lainnya; dan dalam kemungkinan yang paling kecil, ialah secara kebetulan. Penemuan tersebut dapat direncanakan melalui beberapa tahap penelitian yang kemudian disebut survei. Survei dalam arkeologi, merupakan kegiatan penelitian arkeologi untuk mendapatkan data yang akurat dan lengkap, dengan jalan mengadakan pengamatan khusus atau observasi secara langsung terhadap tinggalan-tinggalan arkeologi yang dijadikan objek penelitian (Kealy et al., 2018 : 1 – 14). Survei arkeologi secara teknik dapat dibagi menjadi dua bagian, meskipun berkesinambungan, antara lain ; penginderaan jauh dan berjalan kaki.

Survei penginderaan jauh atau yang sering dikenal dengan *remote sensing survei* menggunakan alat bantu computer dan metode berbasis sistem informasi geografis dalam menentukan lokasi survei. Setelah penentuan lokasi survei menggunakan pendekatan berbasis GIS, survei dilakukan langsung di

lapangan dengan berjalan kaki menyusuri daerah lokasi survei yang telah ditentukan.

Penelitian ini berupaya menjawab bagaimana sebaran situs prasejarah di Kabupaten Enrekang dimana pengumpulan data diperlukan metode survei penginderaan jauh dan survei berjalan kaki. Survei penginderaan jarak jauh digunakan untuk mengumpulkan data spasial dan menerapkan model prediktif *Maximum Entropy*, dan survei berjalan kaki untuk melakukan validasi di lapangan.

2.3. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) ialah sistem informasi berbasis komputer yang digunakan untuk mengolah dan menyimpan data atau informasi geografis (Aronoff, 1989 dalam Munajati, S. L., Anandra, R., & Aprianto, A., 2010 : 70). Secara umum SIG merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis, dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk memasukan, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis (Johnson, 1996 dalam Yuwono, 2007 : 108)

Dalam ilmu arkeologi, SIG mulai dikembangkan padapertemuan ilmiah Society for American Archaeology di Amerika pada tahun 1985. Peran SIG dalam ilmu arkeologi adalah untuk upaya pengelolaan sumberdaya arkeologi yang sering menganalisis suatu lokasi. Dalam perkembangannya, SIG memberikan banyak kontribusi dalam proses dan pengambilan keputusan pada suatu penelitian arkeologis. Model prediksi yang dibangun memungkinkannya untuk diaplikasikan

sebagai perangkat klasifikasi, kalkulasi, kombinasi, dan visualisasi kenampakan variabel-variabel spasial. Dengan berbagai kelebihan tersebut sangatlah beralasan untuk menjadikan SIG sebagai perangkat manajemen data utama dalam kegiatan Pengelolaan Sumberdaya Arkeologi (Judge & Sebastian 1988 dalam Yuwono, 2007: 115).

2.4. Model Prediksi dalam Arkeologi

Dalam bidang arkeologi, survei prediktif merupakan suatu metode survei yang menghasilkan prediksi tentang distribusi situs arkeologi dalam suatu area tertentu berdasarkan survei sebelumnya di area tersebut. Para peneliti di Eropa dan Amerika telah banyak melaksanakan survei ini. Asal usul pemodelan prediktif dalam arkeologi dapat ditelusuri dari analisis pola pemukiman yang dilakukan oleh Julian Steward (1938) dan Gordon Willey (1953). Studi ini difokuskan pada keterkaitan antara lingkungan dan pola pemukiman (Bona, 1994; Kohler dan Parker, 1986 dalam Canning, 2005). Dalam perkembangan studi pola pemukiman dan penekanan yang semakin besar pada metode penelitian ilmiah, dikembangkanlah teknik analisis "catchment area" untuk menyelidiki proses prediksi dalam wilayah regional (Higgs dan Vita-Finzi, 1972). Teknik ini menekankan hubungan antara manusia dan lingkungannya (Roper, 1979).

Pada tahun 1971, Gumerman (1971) mengajukan gagasan tentang penggunaan model prediksi dalam penelitian arkeologi pada konferensi Southwestern Anthropological Research Group (SARG). Gumerman membahas bagaimana menentukan jumlah penduduk prasejarah menggunakan model prediksi berbasis lingkungan (lihat Gumerman, 1971).

Model dan survei prediktif dalam arkeologi digunakan untuk membangun data dasar dalam perencanaan pelestarian bersejarah yang sensitif dan bertanggung jawab tanpa harus melakukan survei secara langsung dan menyeluruh pada seluruh area. Survei dilakukan dengan perencanaan yang telah diuji dan hati-hati menggunakan metodologi yang jelas tanpa harus mencakup seluruh area penelitian. Keuntungan dari model survei ini adalah memungkinkan peneliti untuk melakukan survei dengan penggunaan lahan yang lebih efisien serta menghemat waktu dan tenaga (King, 1978).

Studi mengenai pola penggunaan lahan prasejarah memungkinkan kita untuk setidaknya memprediksi hubungan umum antara aktivitas manusia dan aspek lingkungan alam (King, 1978). Dalam bukunya, King (1978) menggunakan model prediksi berdasarkan data survei Beakey & Loumington (1938) di Griffin Valley. Peta prediksi ini didasarkan pada beberapa asumsi dasar yang diperoleh dari data penelitian Beakey & Loumington (1938) di Griffin Valley. Data penelitian tersebut disusun dalam tabel prediksi sebagai berikut.

Tabel 1 : Prediksi Dsitribusi Situs Prasejarah di Griffin Valley berdasarkan tinjauan geografis

Periode	Kelompok Sosial	Tipe Situs	Distribusi
Paleo-Indian	Pemburu CLovis	Tempat Perkemahan	tinggalan, tulang belakang babi, dekat

			dengan mata air yang punah, menghadap ke perapian, danau dan sungai yang punah, area penggembalaan
		Tempat Penjagalan	Di kaki tebing, di ngarai kotak, di rawayang sudah punah, rawa, aliran air
Archaic	Pemburu-pengumpul	Semi Permanen	Dekat sumber air dan ekoton, khususnya ekoton hutan kaparal
		Camp pengolahan benih sementara	Berdekatan langsung dengan komunitas sage, pada paparan batuan rata untuk permukaan gerinda
Tanah Batu Awal	Petani Pemula	Perkampungan semi permanen	Secara umum sama seperti archaic
Tanah Batu Akhir	Petani Madia	Perkampungan menetap dengan pagar kayu	Daerah mudah dipertahankan dan terletak di daerah mudah dijangkau dari air tawar dan lahan pertanian yang baik, biasanya di dataran tinggi

Tujuan utama dari model ini bukan untuk eksplanasi suatu fenomena melainkan sebatas alat untuk memprediksi sesuatu berdasarkan fenomena yang

terjadi. Eksplanasi lahir dari hasil penelitian yang dilakukan, sementara model prediksi lebih menekankan pada metode untuk sampai pada ekplanasi tersebut. (Canning, 2005)

Ada dua pendekatan utama yang digunakan dalam kerangka model prediksi arkeologi, yaitu pendekatan induktif dan deduktif (Kohler, 1988). Pendekatan deduktif fokus pada penentuan variabel tanpa mempertimbangkan data situs yang ada. Pendekatan ini menggunakan teori untuk menentukan variabel dalam pembuatan model prediksi. Sementara itu, pendekatan induktif menggunakan data situs dengan kondisi lingkungan yang relevan sebagai variabel dalam pembuatan model prediksi (Kohler, 1988 dalam Canning, 2005).

Sebagai pendekatan untuk pemodelan prediktif, pendekatan berbasis induktif juga memiliki daya tarik utama. Alasan utama popularitas pendekatan ini adalah sebagian besar data yang diperlukan sudah ada dalam bentuk basis data lokasi dan peta geospasial. Hal ini secara signifikan mengurangi biaya proyek pemodelan apa pun, yang menarik bagi lembaga-lembaga yang mendanai pemodelan prediktif (Church et al., 2000: 141).

Selain itu, Dalla Bona (1994) menyatakan bahwa model prediksi dalam arkeologi dapat dilakukan dengan pendekatan matematis dan grafis. Model prediksi matematis menggunakan metode statistik multivariat yang tersedia untuk menentukan apakah ada korelasi antara situs arkeologi dan variabel yang sedang dianalisis (Dalla Bona, 1994). Di sisi lain, model prediksi grafis sering menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak komputer modern (terutama Sistem Informasi Geografis) untuk mengembangkan model sebagai serangkaian

peta yang tumpang tindih dari variabel yang relevan dengan variabel yang sedang dipertimbangkan. Kedua model prediksi ini sering digabungkan untuk menganalisis pengaruh variabel terhadap situs arkeologi dalam bentuk grafis dan statistik (Bona, 1994).

2.5. Maximum Entropy dalam Penelitian Arkeologi

Dalam penelitian arkeologi, peneliti telah melakukan banyak upaya untuk mengembangkan model prediksi guna menemukan situs arkeologi (Mehrer & Wescott, 2006; Vaughn & Crawford, 2009). Salah satu metode yang saat ini sedang berkembang adalah model prediktif Ecocultural Niche Model – Maximum Entropy (ECNM). Model ini menggunakan pendekatan lingkungan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan telah digunakan dalam penelitian arkeologi serta pengelolaan sumber daya budaya di Eropa dan Amerika Utara selama lebih dari tiga puluh tahun (Verhagen, 2012).

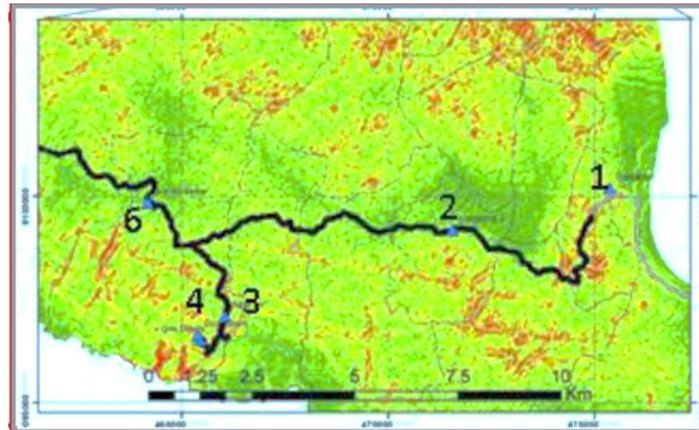
Pemodelan ECNM dengan aplikasi MaxEnt digunakan untuk mengukur hubungan antara variabel dependen dan variabel lingkungan. Variabel tersebut kemudian dianalisis menggunakan aplikasi pemodelan MaxEnt untuk menghasilkan peta probabilitas berdasarkan perbandingan kemiripan variabel pada situs-situs yang ada dalam daerah survei (Kondo Y., Omori T., & Verhagen P., 2012).

Metode ini memiliki kemampuan untuk memprediksi lokasi situs berdasarkan keberadaan situs sebelumnya. Hal ini sangat relevan dalam arkeologi, karena tidak semua arkeolog tahu di mana situs-situs berada dan di mana situs-situs tidak ada (Howey, Palace & McMichael, 2016). Maxent telah digunakan secara luas oleh para arkeolog untuk memprediksi lokasi situs arkeologi dalam

berbagai lingkungan dan periode waktu di seluruh dunia. Beberapa penelitian tersebut antara lain Conolly et al. (2012), Franklin et al. (2015), Galletti et al. (2013), Howey, Palace & McMichael (2016), Howey et al. (2020), McMichael et al. (2014), Muttaqin, Heru & Susilo (2019), Noviello et al. (2018), Politis et al. (2011, 2019). Maxent telah terbukti efektif dalam model prediksi arkeologi (Noviello et al., 2018). Pemodelan MaxEnt menyediakan platform awal yang fleksibel dan dapat digunakan kapan saja terdapat data tambahan, seperti lokasi situs arkeologi baru atau lapisan lingkungan yang lebih kompleks (Rafuse, 2021).

2.6. Penelitian Relevan

Penelitian eksploratif dan survei terhadap jejak pemanfaatan gua pada masa lampau telah masif dilakukan. Bahkan beberapa hasil penelitian menemukan jejak pemanfaatan tersebut hampir di seluruh wilayah Indonesia. Pada tahun 2019, seorang ahli geografi Luthfi Alwi Mutaqqin et al. (2019) melakukan penelitian eksploratif menggunakan pendekatan ekologi berbasis GIS untuk memprediksi keberadaan situs gua prasejarah di kawasan Gunung Kidul, Yogyakarta. Dalam penelitiannya, variabel lingkungan yang diambil ialah lembah, bukit, ketinggian, kelerengan, aspect, lineament, serta jarak dari sumber air. Hasilnya, ditemukan total enam situs gua prasejarah antara lain Song Kere (1), Song Kere 2 (2), Gua Dilem (3), Gua Senen (4), Gua Plelean (5), dan satu gua di Desa Purwodadi (6) (lihat Gambar 6) (A. L. Mutaqqin, 2019).



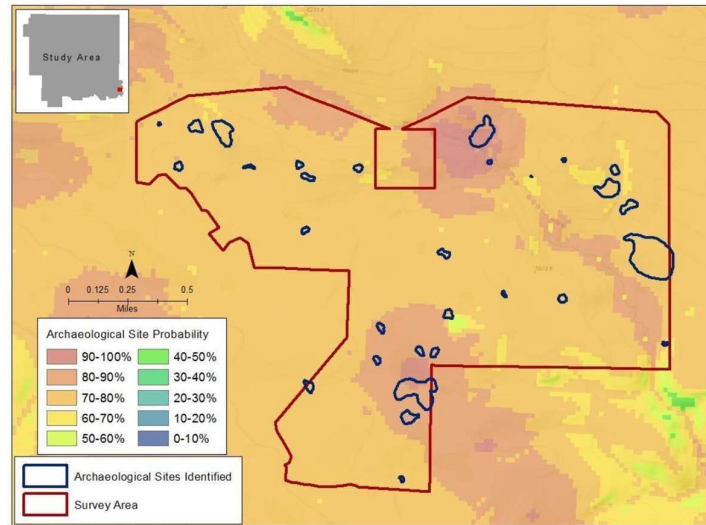
Gambar 1 : Probability Map dan Hasil Evaluasi MaxEnt di Gunung Sewu

Tabel 1 : Angka Probabilitas (AUC) gua dengan skala 1 di Gunung Sewu

No.	Name of Cave / Song	X	Y	Probability Value
1.	Song Kere	475345	9100151	0.843063
2.	Song Kere 2	471560	9099165	0.241951
3.	Gua Dilem	465491	9096497	0.741473
4.	Gua Senen	465414	9096620	0.737465
5.	Gua Plelean	466118	9096582	0.594479
6.	Gua di desa Purwodadi	464168	9099826	0.142339

Tabulasi tersebut memperlihatkan angka pengaruh seluruh variabel dependen terhadap lokasi gua dalam skala 1. Semakin besar angka yang dihasilkan, makasemakin besar pengaruh variabel dependen terhadap lokasi situs tersebut.

Penelitian arkeologis dengan pemodelan ini pernah juga digunakan oleh Oyarzun (2016) dalam studi Master of Science untuk memprediksi lokasi situs arkeologi di dataran tinggi California bagian timur laut. Penelitian tersebut menggunakan beberapa variabel lingkungan sebagai parameter.



Gambar 2 : Probability Map dan hasil survei evaluasi MaxEnt di Southern California

Tabel 2 : Kontribusi Parameter (Variabel Independen) hasil MaxEnt di Southern California

Variabel Lingkungan	Variabel Situs Arkeologi	
	Percent Contribution	Kepentingan Permutasi
Geologic Unit	39%	12.8%
Jarak dari Aliran sungai	23%	15.1%
Jarak dari koridor	16%	31.0%
Jarak dari sumber bahan alat batu	9%	15.6%
Kelerengan	8%	14.6%
Jarak dari Mata air	3%	8.5%
Aspect	2%	2.2%

Tabel tersebut memperlihatkan presentase seberapa besar pengaruh tiap variabel independen terhadap lokasi situs. Angka *Percent Contribution* menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel tersebut dalam hadir dalam setiap situs arkeologi yang ada.

Dalam kasus yang sama, model prediksi Maximum Entropy juga pernah digunakan dalam memprediksi situs pemburu-pengumpul di wilayah selatan Pampas, Argentina. (Rafuse D., 2021) Dalam penelitiannya, Rafuse (2021) mengevaluasi dan memodifikasi beberapa variabel yang digunakan sebagai parameter untuk melakukan *modelling*.

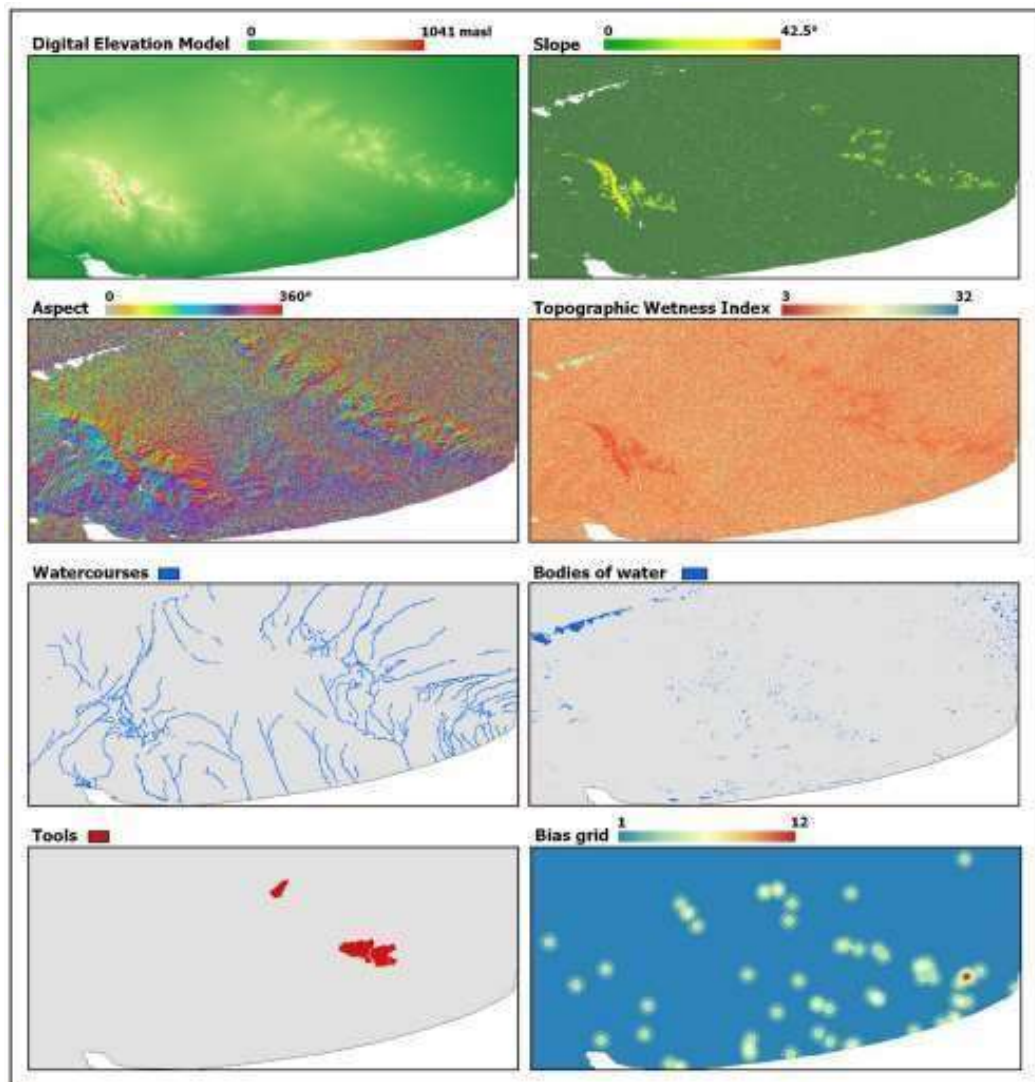


Figure 3 Environmental raster layers and bias grid used for the Maxent predictive model.

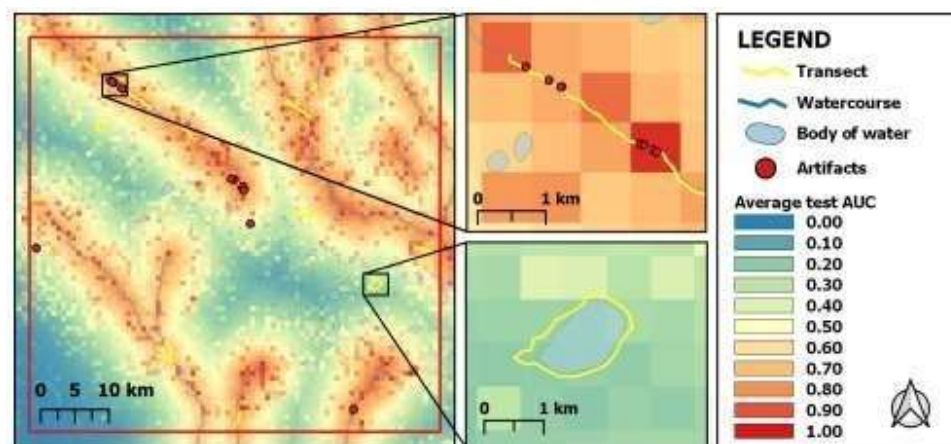
Gambar 3 : Layer Variabel Lingkungan Pemodelan MaxEnt di Pampas, Argentina

Rafuse (2021) juga melakukan replikasi sebanyak 30 kali untuk pengujian silang serta menjalankan model dengan kurva respon untuk menampilkan dan menentukan bagaimana tiap varabel lingkungan berkontribusi. Dalam penelitian tersebut juga ditentukan *Area Under the receiver operator characteristic Curve* (AUC) yang merupakan probabilitas lokasi kehadiran yang dipilih. Nilai AUC berkisar dari 0 hingga 1.

Tabel 3 : Angka Presentase Kontribusi tiap Variabel Model MaxEnt di Pampas, Argentina

Variabel Lingkungan	Percent Contribution	Kepentingan Permutasi
Sumber Air	55.3	59
Slope	29.7	23.6
DEM	5.7	4.4
Aliran Sungai	5.4	10.6
Sumber Bahan Alat Batu	3.6	2.1
TWI	0.3	0.2
Aspect	0.1	0.1

Hasil penelitian yang dilakukannya, menghasilkan prediksi dengan validasi yang memiliki nilai AUC 0 – 1. Prediksi dengan validasi tersebut disajikan dalam bentuk peta survei.(lih. Gambar). Peta tersebut menampilkan bagaimana angka AUC berpengaruh pada hasil survei di lapangan.



Gambar 4 : Angka Presentase Kontribusi tiap Variabel Model MaxEnt di Pampas, Argentina