

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Jalan

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bagian pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU No. 38 2004). Klasifikasi berdasarkan fungsi jalan dibagi menjadi jalan umum dan jalan khusus.

2.1.1 Jalan Umum

Jalan Umum adalah jalan yang digunakan sebagai lalu lintas umum untuk menghubungkan satu wilayah dengan wilayah lainnya. Jalan umum dikelompokkan menurut sistem, fungsi, status dan kelas. Dijelaskan sebagai berikut:

2.1.1.1 Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hirarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dengan memperhatikan hubungan antar kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Sistem jaringan jalan dibagi menjadi dua. *Pertama*, sistem jaringan jalan primer disusun berdasarkan rencana tata ruang dan

pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional. *Kedua*, sistem jaringan jalan sekunder disusun berdasarkan tata ruang wilayah kabupaten / kota dan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat didalam kawasan perkotatan yang menghubungkan secara menerus.

2.1.1.2 Jalan umum menurut fungsi

Jalan umum menurut fungsinya di kelompokkan menjadi empat. *Pertama*, jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk di batasi secara berdaya guna. *Kedua*, jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah masuk di batasi. *Ketiga*, jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi. *Keempat*, jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

2.1.1.3 Jalan umum menurut status

Jalan umum menurut statusnya di kelompokkan menjadi lima. *Pertama*, jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota propinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol. *Kedua*, jalan propinsi

merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten / kota atau antar ibukota kabupaten / kota dan jalan strategis propinsi. *Ketiga*, jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan jalan propinsi, yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, anatr pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dan sistem jaringan jalan sekundr dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten. *Keempat*, jalan kota merupakan jalan umum dalam sistem jaringan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota. *Kelima*, jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

2.1.1.4 Jalan umum berdasarkan kelas

Pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan di kelompokkan atas jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil. Menurut berat kendaraan yang lewat, jalan terdiri dalam tiga kelas. *Pertama*, jalan kelas I mencakup semua jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan raya yang berjalur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya

tingkatan pelayanan terhadap lalu lintas. *Kedua*, jalan kelas II mencakup semua jalan-jalan sekunder. Jalan kelas II dibagi dalam tiga kelas, yaitu: Kelas II A, yaitu jalan sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton (*Hot mix*) atau yang setaraf. Kelas II B, yaitu jalan sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi perganda atau yang setaraf. Kelas II C, yaitu jalan sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal. *Ketiga*, jalan kelas III mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah pelaburan dengan aspal.

2.1.2 Jalan Khusus

Jalan Khusus adalah jalan yang di bangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan, atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri. Jalan khusus di kelompokkan menjadi tiga. *Pertama*, jalan khusus yang hanya digunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan yang tidak sama dengan kendaraan yang di gunakan untuk umum. *Kedua*, jalan khusus yang hanya di gunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan yang sama dengan kendaraan yang di gunakan untuk umum. *Ketiga*, jalan khusus yang di gunakan sendiri dan di izinkan di gunakan untuk umum.

2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan tersebut. Dengan demikian memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama pelayanan jalan tersebut. Berdasarkan bahan pengikatnya perkerasan jalan di bedakan menjadi tiga. *Pertama*, konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. *Kedua*, konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat plat beton dengan atau tanpa tulangan di letakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar di terima oleh plat beton. *Ketiga*, konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*) adalah kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur. Dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Konstruksi perkerasan terdiri dari *Surface Course* / lapisan permukaan, *Base Course* / Lapisan pondasi atas, *Subbase Course* / lapisan pondasi bawah, *Subgrade* / Lapisan tanah.

2.2.1 Tanah Dasar / *Subgrade*

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan diatasnya. Menurut spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm, yang mempunyai persyaratan tertentu sesuai fungsinya, yaitu yang berkenaan dengan kepadatan dan daya

dukungannya. Lapisan dan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, atau tanah urugan yang di datangkan dari tempat lain atau tanah yang di stabilisasi (dengan semen, kapur dan lain-lain). Ditinjau dari muka tanah asli, maka tanah dasar di bedakan atas:

- 1) Tanah dasar, tanah galian.
- 2) Tanah dasar, tanah urugan.
- 3) Tanah dasar, tanah asli.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) akibat beban lalu lintas, sifat mengembang dan menyusutnya tanah akibat perubahan kadar air.

Daya dukung tanah yang tidak merata akibat adanya perbedaan sifat-sifat tanah pada lokasi yang berdekatan atau akibat kesalahan pelaksanaan yang mengakibatkan kepadatan yang kurang baik.

2.2.1.1 Masalah yang Dihadapi Tanah Dasar

Masalah-masalah yang dihadapi dalam tanah dasar merupakan masalah yang sudah umum di jumpai dalam proses pengerjaannya. Adapun masalah-masalah yang sering di jumpai pada pekerjaan tanah dasar (Silvia Sukirman, 1992) adalah sebagai berikut:

- 1) Perubahan bentuk tetap, yaitu perubahan bentuk akibat beban lalu lintas. Perubahan bentuk yang besar akan mengakibatkan jalan tersebut rusak.

- 2) Sifat mengembang dan menyusut dari tanah, yaitu perubahan yang terjadi akibat perubahan kadar air yang didukung tanah tersebut.
- 3) Perubahan bentuk karena daya dukung tanah, yang tidak merata dan sukar di tentukan secara pasti pada daerah dan macam tanah yang mempunyai sifat dan kedudukan yang berbeda.
- 4) Perubahan bentuk akibat terjadinya lendutan dan pengembangan kenyal yang besar selama dan sesudah pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.
- 5) Perubahan bentuk akibat dilakukannya tambahan pemadatan, karena terjadinya penurunan oleh beban tanah dasar tidak di padatkan secara baik, dimana daya dukung tanah tidak optimal.

2.2.1.2 Cara meningkatkan daya dukung tanah.

Tanah yang kurang memenuhi persyaratan untuk dijadikan sebagai lapisan tanah dasar, maka perlu di lakukan peningkatan daya dukung tanah dengan melakukan perombakan terhadap tanah tersebut. Adapun cara yang di lakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut (Silvia Sukirman, 1992) dengan cara:

- 1) Cara dinamis yaitu, perbaikan tanah dasar dengan menggunakan alat-alat berat seperti *compactor* yang di lengkapi dengan alat penggetar untuk pengerjaan pemadatan.

- 2) *Vibrofloat*, metode ini prinsipnya menggunakan media getar mekanis yang dimasukkan kedalam lapisan tanah yang telah dilubangi agar memberikan tringkat gradasi yang lebih hiterogen.
- 3) *Prefabricated Vertical Drain (PVD)*, metode ini dilakukan dengan cara mereduksi nilai poritas agar mempercepat konsolidasi (*Acceleration Copnsolidation*) dengan kata lain untuk mempercepat pengeluaran qkandungan air yang terperangkap di dalam pori butiran tanah.
- 4) *Pile Support Soil*, metode ini menggunakan pipa yang di cor dalam tanah pada kedalaman, cara ini di gunakan pada tanah yang memiliki daya dukung yang kurang baik atau tanah lembek terhadap beban yang akan berkerja di atasnya, seperti konstruksi jalan raya maupun *Run away* (landasan pacu).
- 5) *Geotextile*, prinsip kerja *Geotextile* yaitu dengan melapisi tanah dasar dengan bahan yang bersifat polimer elastis yang dapat memberikan daya dukung dan kepadatan terhadap lapisan tanah saat beban berkerja diatasnya.

2.2.2 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar. Lapisan pondasi bawah berfungsi sebagai:

- 1) Menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
- 2) Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal.

- 3) Sebagai lapisan perkerasan agar air tidak berkumpul di pondasi.
- 4) Untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.

2.2.3 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan. Fungsi dari pondasi atas antara lain:

- 1) Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya.
- 2) Lapisan peresapan untuk pondasi bawah.
- 3) Bantalan lapisan untuk lapisan permukaan.
- 4) Lapisan pertama yang menahan beban setelah lapisan permukaan mengalami kerusakan.

2.2.4 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang langsung bersentuhan dengan beban roda kendaraan, lapisan permukaan terletak di bagian paling atas dari lapisan perkerasan jalan yang berfungsi antara lain:

- 1) Lapisan permukaan menahan beban roda, lapisan ini memiliki nilai stabilitas tinggi sebagai penahan beban roda selama masa pelayanan.
- 2) Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang turun di atasnya tidak turun ke lapisan di bawahnya yang dapat merusak lapisan-lapisan di bawahnya.

- 3) Lapisan aus (*wearing course*), Lapisan yang langsung menahan gesekan dari roda akibat rem kendaraan.
- 4) Lapisan yang menyebarkan beban dari atas sehingga dapat dipikul oleh lapisan lapisan di bawahnya.

2.3 Macam-Macam Perkerasan Jalan

Sukirman (1999) mengemukakan bahwa konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Selain dari dua jenis perkerasan tersebut, sekarang telah banyak digunakan jenis gabungan (*composite pavement*), yaitu perpaduan antara lentur dan kaku.

2.3.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah suatu jenis perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat yang mempunyai sifat lentur dimana setelah perkerasan berlangsung, perkerasan akan kembali seperti semula.

Pada struktur perkerasan lentur, beban lalu lintas didistribusikan ke tanah dasar secara berjenjang dan berlapis (*layer system*). Dengan sistem ini beban lalu lintas di distribusikan dari lapisan atas ke lapisan bawah secara bertahap.

2.3.1.1 Karakteristik perkerasan lentur

- 1) Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan.
- 2) Pada umumnya menggunakan bahan pengikat aspal.
- 3) Seluruh lapisan ikut menanggung beban.

- 4) Penyebaran tegangan ke lapisan tanah sehingga tidak terjadi kerusakan lapisan jalan.

2.3.1.2 Syarat-syarat perkerasan lentur

- 1) Dilihat dari keamanan dan kenyamanan berlalu-lintas:
 - a) Permukaan rata, tidak bergelombang, tidak melendut, dan tidak berlubang.
 - b) Permukaannya cukup kaku sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.
 - c) Permukaannya cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara roda kendaraan dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
 - d) Permukaannya tidak mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari.
- 2) Dilihat dari kekuatan / struktural:
 - a) Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
 - b) Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan di bawahnya.
 - c) Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat cepat di alirkan.
 - d) Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

2.3.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat plat beton dengan atau tanpa tulangan di letakkan diatas tanah dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.

2.3.2.1 Macam-macam perkerasan kaku

Macam-macam perkerasan kaku antara lain:

- 1) Perkerasan kaku tanpa tulangan dengan sambungan.
- 2) Perkerasan kaku bertulang dengann sambungan.
- 3) Perkerasan kaku tanpa tulangan.
- 4) Perkerasan kaku dengan beton prategang.
- 5) Perkerasan kaku bertulang fiber.

2.3.2.2 Sifat Perkerasan kaku

Perkerasan kaku mempunyai sifat yang berbeda dengan perkerasan lentur. Pada perkerasan kaku daya dukung utama di peroleh dari plat beton. Hal ini di karenakan plat beton memiliki sifat byang cukup kaku, sehingga dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan mengasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

2.3.2.3 Kelebihan dan kekurangan perkerasan kaku

- 1) Kelebihan perkerasan kaku:
 - a) Cocok utuk lalu lintas.
 - b) Lebih tahan terhadap air.

- c) Keseluruhan tebal perkerasan jauh lebih kecil daripada perkerasan aspal sehingga dari segi lingkungan sangat menguntungkan.
- 2) Kekurangan perkerasan kaku
- a) Permukaan perkerasan beton memiliki *rigid comfort* yang lebih jelek daripada perkerasan lentur, sehingga akan sangat terasa melelahkan bagi para pengguna jalan untuk perjalanan jauh.
 - b) Warna permukaan yang terang dapat memantulkan cahaya matahari sehingga dapat menyilaukan mata.
 - c) Perbaikan perkerasan seringkali merupakan perbaikan keseluruhan, sehingga akan sangat mengganggu lalulintas.

2.3.3 Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, di mana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk itu maka perlu ada persyaratan ketebalan persyaratan aspal agar mempunyai kekuatan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton yang ada dibawahnya.

Konstruksi perkerasan komposit pada umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapis permukaan aspal.

2.4 Pengertian Tanah

Dalam pandangan teknik sipil, segala konstruksi di desain untuk bertumpu pada tanah. Tanah merupakan dasar yang berperan penting bagi konstruksi suatu bangunan. Selain itu tanah juga berfungsi sebagai penyalur beban dari konstruksi bangunan di atasnya.

Secara umum, tanah merupakan material yang tersusun dari bahan organik, butiran mineral, dan endapan-endapan yang relatif lepas dan terletak di atas batuan dasar. Diantara ruang partikel-partikel terdapat zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong tersebut. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dan sifat fisik dari tanah kebanyakan bergantung dari faktor ukuran, bentuk, serta kandungan kimia dari partikel tersebut.

2.4.1 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda akan tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok maupun subkelompok dan berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi berfungsi sebagai penjelasan singkat dari sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tanpa penjelasan yang terperinci. Sistem klasifikasi yang sudah ada dan dikembangkan sebagian besar didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana (Das, 1995).

2.4.1.1 Klasifikasi tanah berdasarkan tekstur

Tekstur adalah keadaan permukaan tanah yang berhubungan dengan ukuran dari setiap butir yang ada di dalam tanah. Berdasarkan

ukuran, tanah dikelompokkan menjadi pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Berdasarkan sistem klasifikasi tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*silty clay*), dan seterusnya. Dalam buku *Australian Soil and Land Survey Field Handbook* oleh RC McDonald, sistem klasifikasi tanah dapat di bedakan berdasarkan tekstur dan distribusi ukuran butiran tanah. (McDonald et al. 1984)



Gambar 2.1 Diagram Terner Tanah

Sumber: *Australian Soil Survey Field Handbook* (1974)

1.4.1.2 Klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian

Selain klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, terdapat sistem lain yang digunakan dalam pengklasifikasian tanah yaitu klasifikasi tanah berdasarkan pemakaian. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur tidak memperhitungkan sifat plastis tanah, dan secara keseluruhan tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting, karena itu sistem tersebut dianggap tidak memenuhi syarat untuk keperluan teknik. Pada saat ini para ahli teknik sipil menggunakan sistem klasifikasi tanah yang memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas Atterberg.

Sistem klasifikasi tersebut adalah sistem klasifikasi AASHTO (*American Assopciation Of State Highway and Transporting Official*) dan sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*).

1) Sistem Klasifikasi (AASHTO 1993)

Sistem klasifikasi ini di kembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Dalam sistem ini tanah di klasifikasikan berdasarkan kriteria sebagai berikut:

a) Ukuran butir tanah

- Kerikil, fraksi melewati saeringan 75 mm (3 inci) dan tertahan pada saringan no. 10 (2 mm).
- Pasir, fraksi melewati saringan no. 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan no. 200 (0,075 mm).
- Lumpur dan lanau, fraksi melewati saringan no. 200.

b) Plastisitas

Ketika fraksi halus tanah memiliki indeks plastisitas 10 atau kurang tanah tersebut adalah tanah berlumpur (*silty*). Sedangkan ketika fraksi halus tanah memiliki indeks plastisitas 11 atau lebih tanah tersebut adalah tanah liat (*clay*).

Untuk pengklasifikasian tanah dapat dilihat dari tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah sistem AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Klasifikasi kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil, dan pasir		Pasir halus	kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah lanau - lempung (Lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6*			
Analisis Ayakan (% lolos) No. 10 No. 40 No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36			
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 41 Min 11	Min 41 Min 11			
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber: Das (1995).

2) Sistem klasifikasi USCS

Sistem ini diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942, awal mulanya sistem ini dipergunakan pada pekerjaan pembuatan landasan

terbang (*runway*) yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineer* selama Perang Dunia II kemudian disempurnakan kembali dan bekerja sama dengan *United States Bureau of Reclamation* pada tahun 1952. Dalam sistem ini tanah di kelompokkan menjadi 2, yaitu:

- a) Tanah kasar, dengan syarat kurang dari 50% tanah lolos melalui saringan no. 200. Kelompok ini di mulai dengan simbol awal G (*gravell*) / krikil atau S (*sand*) / pasir.
- b) Tanah Halus, tanah dengan 50% atau lebih dan dapat melalui saringan no. 20. Simbol kelompok ini dimulai dengan prefiks dari M yang merupakan singkatan dari lumpur aborganik, C untuk lanau (*clay*), atau O untuk lumpur dan lanau organik. Simbol Pt (*peat*) digunakan untuk gambut, tanah kotoran dan tanah lain yang mempunyai kadar organik tinggi.

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah sistem infied(ASTM D2487-00 2000)

Divisi utama		Simbol Kelompok	Nama Umum	
Tanah berbutir kasar Lebih dari 50% butiran tertahan pada ayakan No. 200	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos ayakan No. 4	Kerikil bersih (hanya ayakan)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil lempungan butiran halus	GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus
			GM	Kerikil lanau, campuran kerikil-pasir-lanau
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Kerikil 50& atau lebih dari fraksi kasar tertahan pada ayakan No. 4	Pasir bersih (ahanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkrikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk dan pasir berkrikil, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus

		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
Tanah Berbutir Halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung Batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau organik, pasir halus sekali, serbuk bantuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung organik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkrilik, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (lean clays)	
		OL	Lanau – organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
	Lanau dan lempung Batas cair lebih dari 50%	MH	Lanau organik atau pasir halus di atomase, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
		CH	Lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clays)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah dengan kandungan organik tinggi	

Sumber: Das (1995).

2.4.2 Sifat Fisik Tanah

Dalam keadaan alami, tanah memiliki beberapa sifat-sifat dasar. Sifat-sifat dasar tersebut berupa sifat fisik yang berhubungan dengan tampilan dan karakter umum dari tanah, yang berguna untuk mengetahui jenis tanah tersebut.

2.4.2.1 Ukuran butiran

Ukuran partikel yang dimiliki tanah berbeda-beda tergantung dari jenis tanah tersebut. Ukuran butiran ditentukan dengan melakukan uji saringan dengan menggunakan saringan yang disusun dengan lubang yang terbesar berada di paling atas dan semakin kecil ke susunan di

bawahnya. Berdasarkan uji saringan tersebut maka dapat di ketahui jenis tanah tersebut. Dengan metode grafik segitiga yang di kembangkan oleh *Australian Soil and Land Survey Field* tanah dapat di ketahui berdasarkan teksturnya, dapat dilihat pada Tabel 2.1 Diagram Terner Tanah.

2.4.2.2 Kadar air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran padat atau isi tanah dari volume tanah yang di uji. Perhitungan kadar air dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dengan:

w = Kadar air

W_w = Berat air

W_s = Berat tanah kering

2.4.2.3 Berat jenis tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling dengan volume yang sama dan pada suhu tertentu. Berat butir tanah adalah perbandingan antara berat butir dengan isi butir. Sedangkan berat isi air adalah perbandingan antara berat isi air dan isi air. Perhitungan isi air dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut:

$$G_s = \frac{Y_s}{Y_w} = \frac{W_s}{V_2 \times Y_w} = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dengan:

G_s = Berat jenis tanah

Y_s = Berat volume butiran

Y_w = Berat volume air

V_w = Volume air

W_1 = Berat Piknometer

W_2 = Berat piknometer + Tanah

W_3 = Berat piknometer + tanah + air

W_4 = Berat piknometer + air

2.4.2.4 Berat pori

Angka pori adalah perbandingan antara volume ruang kosong dan volume butir padat. Semakin besar nilai angka pori maka daya dukung tanah semakin kecil. Perhitungan angka pori dapat di hitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Dengan:

e = Angka pori

V_v = Volume pori

V_s = Volume butir padat

2.4.2.5 Porositas

Porositas adalah perbandingan antara jumlah volume ruang kosong dengan volume keseluruhan massa tanah. Perhitungan porositas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$n_p = \frac{V_w}{V} \times 100\% \quad \text{atau} \quad n_p = \frac{e}{1 + e}$$

Dengan:

n_p = Porositas

e = Angka pori

V_v = Volume pori

V = Volume keseluruhan massa tanah

2.4.2.6 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara volume air dengan volume pori. Derajat kejenuhan dinyatakan dalam presentase yang nilainya berkisar antara 0% sampai dengan 100% atau 0 sampai 1. Jika tanah dalam keadaan jenuh maka nilai derajat kejenuhannya adalah 1 (100%), jika tanah dalam keadaan kering maka nilai derajat kejenuhannya adalah 0 (0%).

$$S(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$$

Dengan:

S = Derajat kejenuhan (%)

V_v = Volume pori

V_w = Volume air

2.4.2.7 Batas-batas *Atterberg*

Batas kadar air tanah dari satu keadaan berikutnya disebut sebagai batas- batas kekentalan/konsistensi. Batas-batas konsistensi tanah tersebut adalah batas cair (LL), batas plastis (PL), batas susut (SL). Batas-batas ini dikenal juga dengan batas-batas *Atterberg*.

1) Batas Cair (*Liquid Limit*)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas Cair (LL) adalah kadar air batas dimana suatu tanah berubah dan keadaan cair menjadi keadaan plastis.

2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air, dinyatakan dalam persen, dimana tanah apabila digulung sampai dengan 1/8 in (3,2 mm) menjadi retak-retak. Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah (Das, 1998). Cara pengujiannya adalah sangat sederhana yaitu dengan cara menggulung massa tanah berukuran elipsoidal dengan telapak tangan diatas kaca hingga terlihat retak-retak rambut.

3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Suatu tanah akan menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume. Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana perubahan volume suatu massa tanah berhenti didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*) (Das, 1995).

Harus diketahui bahwa apabila batas susut ini semakin kecil, maka tanah akan lebih mudah mengalami perubahan volume,

yaitu semakin dikit jumlah air yang dibutuhkan untuk menyusut (Bowles, 1989).

2.4.3 Sifat Mekanis Tanah

Sifat mekanik tanah adalah sifat-sifat tanah yang mengalami perubahan setelah diberikan gaya atau pembebanan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah.

2.4.3.1 Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan suatu usaha untuk meningkatkan kerapatan tanah dengan menggunakan energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel atau suatu proses ketika udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis. Di lapangan biasanya digunakan mesin gilas, alat-alat pemadat dengan getaran alat tekan static yang menggunakan piston dan mesin tekanan. Ada dua macam percobaan pemadatan yang dilakukan di laboratorium (Wesley, 1977).

2.4.3.2 Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pengujian ini merupakan suatu cara pemeriksaan untuk mendapatkan daya dukung tanah. Dalam percobaan ini didapatkan kuat tekan bebas dari suatu tanah yaitu besarnya tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai pecah atau sebesar 20% dari tinggi tanah mengalami perpendekan bila tanah tersebut tidak pecah.

2.4.3.3 Uji CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian ini diperkenalkan pertama kali oleh O. J Porter, California State Highway Department. Metode ini mengkombinasikan load penetration test di laboratorium maupun di lapangan dengan design chart empiris untuk mendapatkan kekuatan tanah dan sekaligus mendapatkan tebal perkerasan jalan. Tahanan penetrasi diukur dengan jarum berdiameter 5 cm (3) yang ditekankan ke dalam massa tanah dengan kecepatan 1,25 mm/menit. Observasi dilakukan dengan pembacaan beban dan penetrasi jarum ke dalam massa tanah. Beban standar sesuai dengan penetrasi standar ditentukan dengan memakai crushed stone. Nilai CBR didapat melalui persamaan sebagai berikut:

$$CBR = \frac{\text{Beban tes}}{\text{Beban Standar}} \times 100\%$$

2.4.3.4 Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang. Kasus yang paling sederhana adalah konsolidasi satu dimensi, yaitu pada kondisi tegangan lateral nol mutlak ada.

Penurunan konsolidasi adalah perpindahan vertikal permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi. Sebagai contoh, penurunan konsolidasi akan terjadi bila suatu struktur dibangun di suatu lapisan tanah lempung, atau muka air tanah turun secara permanen pada lapisan di atas lapisan lempung tersebut, serta bila dilakukan penggalian pada suatu lempung jenuh.

Perkembangan kondisi di lapangan dapat dipantau dengan memasang piezometer untuk mencatat perubahan tekanan air pori terhadap waktu. Besarnya penurunan dapat diukur dengan mencatat ketinggian suatu titik acuan yang sesuai pada suatu struktur atau pada permukaan tanah. Di sini diperlukan pengukuran beda tinggi yang teliti yang dilakukan pada patok acuan yang penurunannya sangat kecil. Dalam mencari data penurunan, setiap kesempatan harus diambil, sebab hanya dengan pengukuran tersebut, ketepatan metode teoritis dapat terwujud.

Dalam pengujian konsolidasi didapatkan beberapa parameter hitung, yaitu Koefisien konsolidasi sangat berpengaruh terhadap lamanya proses konsolidasi yang akan terjadi pada tanah. Penentuan koefisien konsolidasi (C_v) dapat dilakukan dengan metode logaritma waktu dan akar waktu.

2.4.4 Parameter Tanah

2.4.4.1 Modulus Young

Nilai Modulus Young atau modulus elastisitas merupakan perbandingan antara nilai tegangan terjadi terhadap regangan. Perkiraan nilai Es untuk tiap jenis tanah terdapat pada Tabel 2.3. Nilai Es untuk beberapa jenis tanah dapat diperoleh dari data sondir dan SPT.

Tabel 2.3 Nilai Es berdasarkan jenis tanah

Jenis Tanah	Es	
	Ksf	MPa
Lempung sangat lunak	50-250	2-15
Lempung lunak	100-500	5-25
Lempung kaku	300-1000	15-40
Lempung keras	1000-20000	50-100
Lempung berpasir kekakuan	500-5000	25-250
Pasir lepas	200-3200	10-153
Pasir padat	3000-15000	144-720
Pasir sangat padat	10000-30000	478-720
Pasir sangat lepas	300-1200	15-60
Pasir berlanau	150-450	5-20
Pasir lepas	200-500	10-25
Pasir padat	1000-1700	50-81
Pasir dan kerikil lepas	1000-3000	50-120
Pasir dan kerikil padat	2000-4000	100-200
Serpih	3000-300000	150-5000
Lanau	40-400	2-20

Sumber: Bowles (1992).

2.4.4.2 Poisson ratio

Nilai *poisson ratio* ditentukan sebagai kompresi poros terhadap regangan permukaan lateral. Nilai *poisson ratio* dapat ditentukan berdasarkan jenis tanah seperti yang terlihat pada Tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.4 Nilai *poisson ratio* berdasarkan jenis tanah

Jenis Tanah	<i>Poisson Ratio</i> (μ)
Lempung jenuh	0,4-0,5
Lempung tak jenuh	0,1-0,3
Lempung berpasir	0,2-0,3
Lanau	0,3-0,35
Pasir	0,1-1,0
Batuan	0,1-0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3-0,4

Sumber: Bowles (1992)

2.4.4.3 Sudut Geser

Sudut geser merupakan salah satu komponen yang mendukung kuat geser akibat gesekan antar partikel. Nilai ini juga diperoleh dari pengukuran *engineering properties* tanah dengan uji kuat geser (*Direct Shear Test*). Hubungan antara sudut geser dalam dan jenis tanah ditunjukkan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai sudut geser dalam berdasarkan jenis tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Kerikil berpasir	35°-40°
Kerikil kerakal	35°-40°
Pasir padat	35°-40°
Pasir lepas	30°
Lempung kalanauan	25°-30°
Lempung	20°-25°

Sumber: Das (1995).

2.4.4.4 Kohesi

Kohesi merupakan ukuran dari daya tarik antara partikel-partikel tanah kohesif yang disimbolkan dengan c . Kohesi bersama dengan sudut geser dalam merupakan parameter dari kekuatan geser pada tegangan efektif. Dengan demikian keruntuhan akan terjadi pada titik yang mengalami kritis yang disebabkan oleh kombinasi antara tegangan geser dan tegangan normal efektif (Craig, 1989).

2.4.5 Kekuatan Geser Tanah

Kekuatan geser suatu massa tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah. Tanah yang dibebani akan menimbulkan tegangan geser yang dapat menahan terjadinya keruntuhan pada tanah. Jika tegangan geser sudah melebihi batas, maka kemungkinan terjadi keruntuhan semakin besar. Pada suatu bidang lereng jika tegangan geser tanah tersebut mencapai batas maka akan berpotensi terjadi longsor.

Perubahan bentuk tetap akibat keruntuhan nilai tekanan dipengaruhi oleh tekanan geser yang diberikan telah mencapai nilai kritis dari kemampuan tanah (Coulomb, 1776).

Berdasarkan konsep dasar Terzaghi, tegangan geser pada suatu tanah hanya dapat ditahan oleh tegangan partikel-partikel padatnya. Kekuatan geser tanah dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dari tegangan normal efektif sebagai berikut:

$$\tau_f = C_n + \sigma_n \tan \varphi$$

Dengan:

τ_f = Kekuatan geser

C_n = Kohesi

σ = Tegangan Efektif

φ = Sudut geser dalam tanah

2.4.6 Daya Dukung Tanah

Dalam suatu konstruksi bangunan ataupun tanah sangat diperlukan suatu daya dukung tanah yang memadai. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban di atasnya tanpa mengalami keruntuhan akibat geser. Jika kekuatan atau daya dukung tanah dilampaui, maka akan terjadi penurunan yang berlebih atau keruntuhan pada tanah. (Das, 1995).

2.4.7 Tanah Timbunan

Seluruh material timbunan harus bebas dari material organik atau material yang dapat merusak tanah. Pemadatan tanah harus mencapai 95% berat isi kering pada kadar air optimum (*w_{opt}*) sebesar 2%. Kadar air optimum dan tebal penghamparan yang di ijinakan menentukan jenis pemadatan yang akan di lakukan. Cara pemadatan berbeda untuk daerah di dekat muka dinding (sekitar 1,5 sampai 2,0 m). Alat pemadat yang digunakan

untuk pemadatan timbunan yang berada di dekat muka dinding menggunakan alat yang lebih ringan agar mencegah terjadinya tegangan lateral yang tinggi.

2.5 Hasil Penelitian Terdahulu

Dari hasil studi literatur yang telah dilakukan serta untuk mengetahui nilai kebaruan penelitian ini, maka didapatkan hasil penelitian sebagai berikut:

- 1) Penelitian yang dilakukan oleh Prima Eko Agustyawan, dengan judul “Identifikasi Kerusakan Jalan Beton Ditinjau Dari Jenis Kerusakannya (Studi Kasus Jl. Jaksa Agung Suprpto dengan Desa Balun, Kecamatan Turi, Kabupaten Lamongan)” Tahun 2016, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan, telah melakukan identifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan jalan penghubung Jl. Jaksa Agung Suprpto dengan Desa Balun, Kecamatan Turi, Kabupaten Lamongan dengan metode perhitungan yang mengacu pada ketentuan bina marga. Dan dihasilkan nilai kerusakan jalan (Nr) sebesar 83, Jalan mengalami kerusakan yang cukup parah dan memerlukan perbaikan dikarenakan faktor tanah yang tidak stabil.
- 2) Penelitian yang dilakukan oleh (Maftukin and Kartikasari 2017) dengan judul “Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Kelas Iiia Di Kabupaten Lamongan” Tahun 2017, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan. Telah menganalisis kerusakan jalan disebabkan oleh banyak faktor, antara lain faktor manusia dan faktor alam. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan, kemungkinan jalan tersebut akan rusak dalam waktu yang relatif singkat. Tujuan dari penelitian ini adalah

untuk mengetahui pengaruh volume kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan dan hubungan antara volume kendaraan dengan tingkat kerusakan jalan. Dalam metode penelitian, ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil penelitian yang meliputi melakukan studi pendahuluan untuk mengetahui karakteristik jalan. Penelitian ini dilakukan di segmen Sekaran Raya Jalan, Jalan Laren Raya, Jalan Solokuro Raya, dan Jalan Blimbing Paciran Raya beserta jalan skor kerusakan sebesar 80,2; 85,2; 86,2 dan 80,2 masing-masing. Volume lalu lintas pada jam sibuk masing-masing sebesar 3.375,5 smp/jam, 3.320,2 smp/jam, 2.053,9 smp/jam dan 3.832,7 smp/jam. Dari hasil regresi volume lalu lintas diketahui bahwa jalan dan waktu skor kerusakan adalah $y = 0,002824883.x_1 + 0,001498059.x_2 + 77,00509615$, dengan non-linier regresi (R^2) atau korelasi antara variabel x dengan y adalah = 0.617977513, yang semakin tinggi volume lalu lintas maka kerusakan jalan akan semakin besar.

- 3) Penelitian yang dilakukan oleh (Fahriani and Apriyanti 2015), dengan judul “Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka” Tahun 2015, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung, Daya dukung tanah dan penurunan pondasi berhubungan erat dengan beban struktur bangunan yang dibangun di atasnya. Berdasarkan hasil uji sondir dilakukan analisis daya dukung pondasi selanjutnya menganalisis penurunan pondasi yang terjadi di daerah tersebut. Dari hasil penelitian daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman lebih dari 2 m termasuk kategori tanah dengan

daya dukung tanah kaku dan sangat kaku. Sedangkan daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman 4-5 m termasuk kategori tanah dengan daya dukung tanah sangat kaku dan keras. Penurunan yang terjadi masih dalam batas keamanan kurang dari 2,5 cm. Setiap lokasi memiliki nilai penurunan yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh daya dukung tanah di masing-masing lokasi.

- 4) Penelitian yang dilakukan oleh (Yahya 2019), dengan judul “Kerusakan Jalan Raya Akibat Tanah Mengembang” Tahun 2015, Dosen Kopertis Wilayah IV dpk pada Universitas Langlangbuana Bandung, Dalam menghadapi tanah mengembang perlu diperhitungkan adanya penurunan kekuatan (*strength degradation*) akibat perubahan kadar air. Besar kembang susut pada tanah tidak merata dari satu titik dengan titik lain, sehingga menyebabkan perbedaan ketinggian permukaan tanah (*differential movement*). Kondisi yang menyebabkan pengembangan tanah umumnya terjadi pada keadaan: tanah lempung mengandung mineral montmorillonite, plastisitas tinggi dan lainnya. Tingkat kejenuhan dan indeks plastisitas tanah berpengaruh terhadap besarnya berkembangnya tanah (*swelling*). Data hasil investigasi lapangan dan laboratorium diperlukan sebagai data masukan untuk bahan kajian. Data yang diperlukan; mineral tanah, sifat fisis tanah, batas – batas Atterberg tanah, parameter kuat geser hasil uji laboratorium tanah asli serta swelling index. Kestabilan dari konstruksi atau bangunan dipengaruhi dari stabilitas tanah di bawahnya.

- 5) Penelitian yang dilakukan oleh Aris Munandar (Kasus et al. 2014), dengan judul “Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapisan Permukaan (Studi Kasus: Jalan Adi Sucipto Sungai Raya Kubu Raya)” Tahun 2014, Alumni Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak, melakukan mengukur dimensi kerusakan yang meliputi panjang, lebar dan dalam kerusakan yang terjadi, menghitung luas kerusakan, analisa kondisi kerusakan permukaan Jalan Adi Sucipto dengan cara menghitung nilai PCI secara keseluruhan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI), selanjutnya menentukan kondisi kerusakan permukaan jalan berdasarkan nilai PCI. Berdasarkan hasil analisa, permukaan Jalan Adi Sucipto Sungai Raya Kubu Raya tergolong dalam tingkat kerusakan buruk (poor) dengan nilai PCI sebesar 35,65.
- 6) Penelitian yang dilakukan oleh (Hardiyatmo 2016), dengan judul “Alternatif Solusi Pembangunan Perkerasan Jalan Pada Subgrade Berdaya Dukung Rendah” yang telah diterbitkan laporannya dalam bentuk prosiding Seminar Nasional Geoteknik, di Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin pada tanggal 1 Oktober 2016, ISBN: 978-602-6483-02-7 yang di terbitkan oleh PS S1 Teknik Sipil Unlam, Akibat kembang susut tanah dasar yang tidak seragam, perkerasan menjadi bergelombang tidak teratur. Masalah juga timbul bila perkerasan jalan terendam air banjir. Rendaman air banjir, menyebabkan material pembentuk perkerasan maupun tanah-dasar menjadi berkurang daya dukungnya. Alternatif solusi perkerasan jalan yang tahan terhadap

pengaruh banjir dan beban berlebihan adalah perkerasan jalan dengan Sistem Cakar Ayam Modifikasi dan Sistem Pelat Terpaku. Perkerasan ini, kecuali tahan terhadap pengaruh genangan air banjir, bila digunakan pada tanah-dasar ekspansif, memberikan ketahanan jangka panjang dan menjaga kerataan permukaan perkerasan terhadap pengaruh kembangsusut tanah dasar.

- 7) Penelitian yang dilakukan oleh Breyndah Kezia Lumikis, dengan judul “Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Bahan Campuran Semen” yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.6 (400-407) pada tahun 2013, ISSN: 2337-6732, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Stabilisasi tanah dengan campuran semen dianggap bisa digunakan karena semen merupakan bahan pozolanik yang sifatnya dapat mengikat serta dapat mengeras bila bereaksi dengan air. Dengan adanya penambahan semen ini tanah yang mengandung kadar air tertentu dapat mengeras sehingga akan meningkatkan kestabilannya. Dari hasil uji pemadatan dengan proctor standart didapatkan nilai $\gamma_{dmax} = 1,202 \text{ kg/cm}^3$ dan $\omega_{opt} = 41,19\%$. Penambahan semen meningkatkan nilai CBR dan tegangan geser tanah dimana nilai maksimumnya terjadi pada penambahan campuran semen 10%, nilai CBR tanah asli sebesar 0,390% meningkat menjadi 1,115% dan nilai sudut geser dalam tanah asli sebesar $\phi = 12,48^\circ$ meningkat menjadi $\phi = 36,00^\circ$. Nilai kohesi tanah mencapai

maksimal pada campuran semen 4% yaitu sebesar 3,41 t/m². Dengan demikian terjadi peningkatan tegangan geser tanah.

- 8) Penelitian yang dilakukan oleh (Fathurrozi and Rezqi 2016), “Sifat-Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah Timbunan Badan Jalan Kuala Kapuas” yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal POROS TEKNIK, Volume 8, No. 1 (1-54) pada tahun 2016, ISSN 2085-5761, Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin. Hasil penelitian didapatkan bahwa jenis tanah adalah lanau dengan sifat properties fisis dan mekanis sangat baik dengan klasifikasi tanah berdasarkan *Unifield Soil Classification System* (USCS) adalah ML dan berdasarkan American Association of state *Highway and Transportation Officials* (AASHTO). adalah A-4. Tanah yang diteliti ini mempunyai sifatsifat mekanis yakni, nilai CBR, 23.9%. angka ini lebih besar dari syarat spesifikasi Bina Marga yaitu $\geq 6\%$. Sedangkan Sifat mekanis lainnya yang dimiliki adalah: berat volume kering γ_d . 1.649kg/cm³, kuat dukung, q_u , 0.68 kg/cm², sudut geser dalam ϕ , 15⁰, dan nilai kohesi c , 0.24 kg/cm².
- 9) Penelitian yang dilakukan oleh Prisila I. L. Lengkong dkk. Dengan judul “Hubungan Nilai Cbr Laboratorium Dan Dcp Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Wori–Likupang Kabupaten Minahasa Utara” yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.5 pada tahun 2013, ISSN: 2337-6732, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Hasil uji karakteristik tanah dari lima sampel tanah yang diambil di ruas jalan Wori-Likupang Kabupaten

Minahasa Utara yang telah dilakukan, maka diperoleh klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO yaitu termasuk dalam kelompok A – 2 – 7 atau Material Kerikil Berlanau atau Berlempung dan Pasir dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai buruk, sedangkan dari Grafik Hubungan CBR Lapangan dengan DCPI diperoleh nilai $y = 416,88x^{-1.27}$.

- 10) Penelitian yang dilakukan oleh (Liliwarti, Silvianengsih, and Satwarnirat 2015), Dengan judul “Karakteristik Sifat Mekanis Tanah Lempung Terhadap Kadar Air (Kampus Unand Limau Manis Padang)” yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal Rekayasa Sipil. Vol 4. No.1 tahun 2015, dapat di simpulkan bahwa nilai kohesi tanah lempung-berlanau (MH-OH) sangat dipengaruhi oleh kadar air, jika kadar air > 40%, nilai para kuat geser (kohesi) tanah secara signifikan menurun drastis. Sedangkan penurunan nilai kuat geser tanah dari kondisi asli sampai mencapai $\pm 75\%$. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan geser tanah lempung sangat rentan terhadap perubahan kadar air.
- 11) Penelitian yang dilakukan oleh (Martini 2009), dengan judul “Pengaruh Tingkat Kepadatan Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah” Universitas Tadulako Palu yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal SMARTek, Vol. 7, No. 2, tahun 2009, dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan tanah timbunan lebih rendah 13% - 39% dari kepadatan tanah ditempat, daya dukung tanah timbunan lebih rendah hingga 50% dari daya dukung tanah asli. Tetapi bila kepadatan tanah timbunan lebih

tinggi (dengan persentase 13 % -39%) dari tanah ditempat, nilai daya dukung tanah perubahan/peningkatannya sangat signifikan terhadap kondisi setempat yaitu 55% - 848%.

- 12) Penelitian yang dilakukan oleh (Priana 2018) “Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang)” yang telah diterbitkan laporannya dalam Jurnal Rang Teknik Journal Vol. I No.1 tahun 2018, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Hasil survei jenis kerusakan jalan pada ruas jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang adalah retak memanjang, retak melintang, retak kulit buaya, retak pinggir, retak berkelok-kelok, retak blok, bergelombang, kegemukan, pengelusan, lubang, tambalan, pelepasan butiran, dan sungkur. Faktor-faktor penyebab kerusakan secara umum adalah peningkatan beban volume lalu lintas, sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang sangat tipis, proses pelaksanaan pekerjaan yang kurang sesuai dengan spesifikasi. Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu tindakan perbaikan per segmen.

2.6 Posisi Penelitian

Penelitian ini bersesuaian dengan penelitian Robby Gunawan Yahya, 2015; Aris Munandar, 2015; Yayuk Apriyanti, 2015 dalam hal tautan dasar teori yang digunakan. Namun tidak bersesuaian dengan teori dasar penelitian Hary Christady

Hardiyatmo, 2016. Teori utama yang digunakan sebagai pijakan analisis adalah nilai daya dukung tanah dan gaya geser yang menyebabkan kerusakan jalan.

Dalam sisi penggunaan metode penelitian, maka terdapat kesesuaian metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dengan Prisila I. L. Lengkong dkk, 2013; Breyndah Kezia Lumikis, 2013; Faisal Rezqi, 2016. Namun sangat berbeda dengan metode penelitian yang digunakan dalam penelitian Prima Eko Agustyawan, 2016. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji CBR dan uji konsolidasi yakni dengan mengambil sampel tanah dari lokasi penelitian untuk di uji di laboratorium.

Tabel 2.6 Persamaan, Perbedaan & Posisi Strategis Penelitian

Verifikasi	Teori Utama	Metode Penelitian	Capaian Yang Dihasilkan	Novelty (Kebaruan)
Persamaan	Teori Utama; Jalan; Konstruksi Perkerasan Jalan; Daya Dukung Tanah Robby Gunawan Yahya, 2015; Aris Munandar, 2015; Yayuk Apriyanti, 2015.	Survey: Robby Gunawan Yahya, 2015; Aris Munandar, 2015 Laboratorium: Yayuk Apriyanti, 2015.	Kebanyakan hanya meneliti tentang kerusakan pada jalan raya secara umum, dengan menganalisis faktor penyebabnya.	Penelitian terdahulu secara umum hanya membahas kerusakan jalan raya yang merupakan jalan primer. Penelitian ini mencoba untuk memberikan usulanterhadap kerusakan jalan poros desa yang berada diatas tanggul sungai bengawan solo.
Perbedaan	Teori Utama; Jalan; Konstruksi Perkerasan Jalan; Daya Dukung Tanah Hary Christady Hardiyatmo, 2016.	Eksperimen: Hary Christady Hardiyatmo, 2016.	Penelitian ini menghasilkan metode baru dalam menentukan pondasi jalan yang memiliki daya dukung tanah rendah.	Penelitian ini mencoba untuk membuat trobosan baru dalam menentukan pondasi jalan yang memiliki daya dukung tanah rendah dengan menggunakan metode cakar ayam.

Tabel 2.6 Lanjutan

Posisi Penelitian	Terdapat perbedaan yang cukup nyata terhadap teori utama dan teori pendukung yang digunakan dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu.	Metode penelitian ini menggabungkan model survey dan uji coba laboratorium untuk mengetahui daya dukung tanah pada jalan yang berada di atas tanggul sungai bengawan solo.	Penelitian ini berusaha untuk menganalisis karakteristik tanah penyebab kerusakan jalan diatas tanggul sungai bengawan solo.	Mendapatkan hasil berupa struktur jalan yang sesuai dengan kondisi tersebut.
-------------------	--	--	--	--

Sumber: Rancangan Penelitian, 2021