

Analisis Bahu Jalan Menggunakan Perkerasan Paving Block

Rachmat Mudiyono¹, Nadia Salsabilla Tsani¹

¹ Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Jl. Kaligawe Raya No.KM,RW.4, Terboyo Kulon, Genuk, Semarang.

Corresponding Author: salsabilla_nadia@std.unissula.ac.id

Abstract. Pada saat ini angka pengguna kendaraan di Indonesia semakin mengalami kenaikan yang drastis. Dengan jumlah kendaraan yang sangat banyak maka dibutuhkan prasarana yang memadai agar pengemudi bisa berkendara dengan aman dan nyaman. Salah satu fasilitas yaitu bahu jalan, bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang biasanya berada di pinggir sebelah kiri yang berfungsi sebagai tempat berhenti sementara untuk kendaraan yang mengalami keadaan darurat. Banyaknya kebutuhan Bahu Jalan tersebut maka dalam penelitian ini kami membuat Bahu Jalan yang terbuat dari Paving Block yang akan ditinjau dari aspek tebal, bentuk dan pola pemasangannya. Adapun Paving Block yang kami gunakan adalah paving block berbentuk *holland* bata dengan tebal 6 dan 8 cm. Serta kami akan menghitung Momen, Deformasi dan Penurunan Tanah pada desain Bahu Jalan bermaterial Paving Block dengan software Plaxis dan SAP2000. Desain Bahu Jalan bermaterial Paving Block ini dimaksudkan agar dapat menghasilkan desain Bahu Jalan yang optimal serta Paving Block sendiri bisa untuk mengurangi kecepatan kendaraan sehingga kendaraan yang mengalami keadaan darurat bisa aman.

Kata kunci: *Bahu Jalan, Paving Block, Deformasi, Interlocking*

PENDAHULUAN

Pada saat ini angka pengguna kendaraan di Indonesia semakin mengalami kenaikan yang drastis. Dengan jumlah kendaraan yang sangat banyak maka dibutuhkan prasarana yang memadai agar pengemudi bisa berkendara dengan aman dan nyaman. Pada saat berkendara terdapat keadaan darurat yang tak terduga seperti pecahnya ban kendaraan, kerusakan mesin, dan hal lainnya. Hal-hal tak terduga tersebut bisa menyebabkan kecelakaan, menurut PT Jasa Marga kecelakaan yang terjadi di jalan tol mencapai 337 dengan 67 diantaranya adalah karena pecahnya ban kendaraan.

Karena adanya keadaan darurat tersebut sangat dibutuhkan prasarana jalan yang memadai yaitu Bahu Jalan. Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas yang biasanya berada di pinggir sebelah kiri yang berfungsi sebagai tempat berhenti sementara untuk kendaraan yang mengalami kerusakan atau keadaan darurat. Kendaraan darurat yaitu adalah kendaraan ambulans, pemadam kebakaran dan mobil polisi yang sedang dalam keadaan darurat menuju ke suatu tempat di saat keadaan jalan mengalami tingkat kepadatan atau macet yang tinggi.

Tetapi penggunaan Bahu Jalan tidak sembarangan, maka diatur dengan Peraturan Pemerintah Nomor 15 Tahun 2005 dengan keadaan dimana bahu jalan digunakan arus lalu lintas pada kondisi darurat, bahu jalan diperuntukan bagi kendaraan yang berhenti darurat, bahu jalan tidak digunakan untuk menarik/menderek/ mendorong kendaraan, bahu jalan tidak digunakan untuk keperluan menaikkan atau menurunkan penumpang dan bahu jalan tidak digunakan untuk mendahului kendaraan.

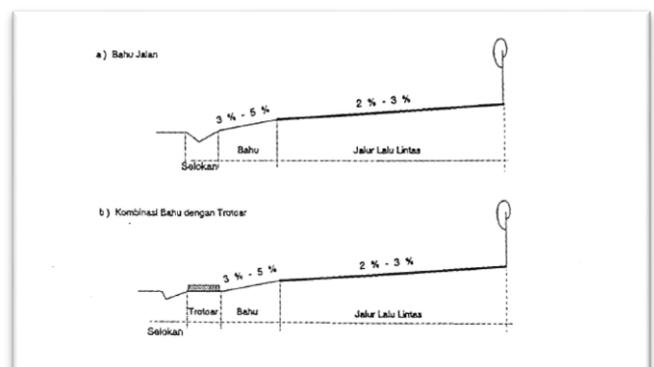
Pentingnya Bahu Jalan tersebut maka dalam Tugas Akhir ini kami membuat Bahu Jalan dengan 5 segmen yang terbuat dari Paving Block yang akan ditinjau dari aspek tebal, bentuk dan pola pemasangannya. Serta kami akan menghitung Momen, Deformasi dan Penurunan Tanah pada desain Bahu Jalan bermaterial Paving Block dengan software Plaxis dan SAP2000.

Desain Bahu Jalan bermaterial Paving Block ini dimaksudkan agar dapat menghasilkan desain Bahu Jalan yang optimal serta Paving Block sendiri bisa untuk mengurangi kecepatan kendaraan sehingga kendaraan yang mengalami keadaan darurat bisa aman.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahu Jalan

Bahu Jalan adalah jalur yang terletak di tepi jalur lalu lintas. Bahu jalan memiliki tingkat kemiringan untuk pengaliran air dari permukaan jalan dan juga untuk memperkuat konstruksi perkerasan jalan. Bahu jalan memiliki kemiringan normal yaitu 3%-5%. (Gamping, 2017)



Gambar 1. Bahu Jalan

Fungsi Bahu Jalan

Menurut Sukirman, 1994, bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas dan berfungsi sebagai berikut :

- Ruangan untuk tempat berhenti sementara bagi kendaraan yang mogok atau hanya sekedar berhenti karena pengemudi akan beristirahat atau hanya ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan di tempuh.
- Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari samping.
- Ruangan pembantu pada waktu mengerjakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan.
- Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat darurat guna mencegah terjadinya kecelakaan.

Lebar Bahu Jalan

Untuk mengetahui besar lebar bahu jalan banyak di pengaruhi oleh bebera factor :

Tabel 1. Lebar Bahu Jalan

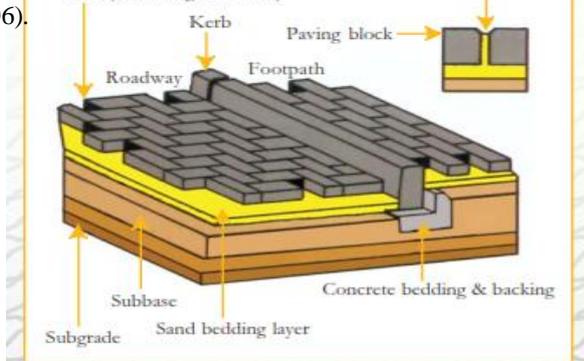
Kelas jalan	Lebar lajur (m)		Lebar bahu sebelah luar (m)			
	Disarankan	Minimum	Tanpa trotoar		Ada trotoar	
			Disarankan	Minimum	Disarankan	Minimum
I	3,60	3,50	2,50	2,00	1,00	0,50
II	3,60	3,00	2,50	2,00	0,50	0,25
III A	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III B	3,60	2,75	2,50	2,00	0,50	0,25
III C	3,60	2,50	1,50	0,50	0,50	0,25

Pengertian Paving Block

Paving Block adalah material bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu Paving Block (Indonesia, 1998). Sudah lebih dari dua dekade, Paving Block digunakan untuk material trotoar, tempat parkir, taman, pemberhentian bus, dsb. Selain itu juga digunakan sebagai dinding penahan tanah, perlindungan lereng dan pengendalian erosi. Selama itu telah di lakukan penelitian mendalam tentang karakteristik dan performa Paving Block. Walaupun trotoar yang terbuat dari Paving Block dilewati oleh Bus dan Truck kinerja Paving Block sangat memuaskan.

Lapisan Perkerasan Paving Block

Lapisan perkerasan Paving Block terdiri atas 5 lapisan yaitu : subgrade, subbase, course, basecourse, bedding sand dan concrete block. Dimana jointing sand sebagai peyambung paving block satu sama lain. Prinsip kerja Paving Block adalah sama seperti perkerasan lentur yang bebannya di distribusikan ke lapisan lainnya sehingga beban akan ditransfer secara tegak lurus dari Paver ke Bedding Sand, Basecourse dan Subgrade (AKBAR, 2006).

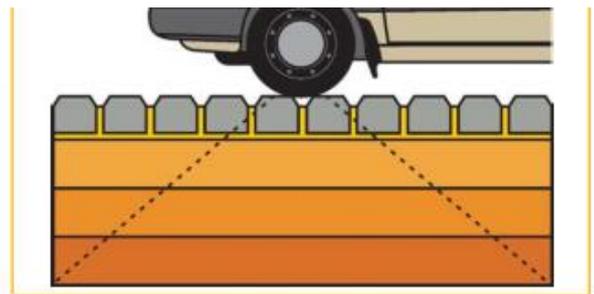


Gambar 2. Lapisan Perkerasan Paving Block
Sumber : Concrete Block Paving Book 2: Design Aspects, 2009

a. Subgrade :

Subgrade adalah lapisan tanah dasar dibawah lapisan subbase yang memiliki ketebalan 50-100 mm. Subgrade dapat berupa tanah asli yang dipadatkan atau tanah yang didatangkan dari tempat lain dan di padatkan dan di stabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya (AKBAR, 2006).

Semua struktur bangunan, jalan dan permukaan lainnya selalu di dukung oleh tanah dan batu. Hal tersebut menjadi tanggung jawab desainer untuk mengevaluasi perilaku dan persyaratan kinerja struktur untuk memastikan persyaratan kompatibel dengan tanah dengan ketentuan yang berlaku di lokasi. Persiapan subgrade harus meluas ke bagian belakang semua edge restraint (Concrete Block Paving Block D, 2009).



Gambar 3. Distribusi Beban
Sumber : Concrete Block Paving Book 2: Design Aspects, 2009

b. Subbase :

Lapisan subbase adalah lapisan pondasi bawah yang terletak di antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar/ subgrade (AKBAR, 2006). Lapisan subbase berfungsi untuk menahan lapisan base jalan dan mendistribusikan beban dan sebagai lapisan pemisah. Lapisan memiliki ketebalan 300-600 mm setelah di padatkan dan kepadatan kering maksimal kurang lebih 95% (J, 2009).

c. Bedding Sand

Bedding Sand memiliki ketebalan yang sangat tipis sekitar 25 mm atau 10 mm setelah pemadatan (Concrete Block Paving Block D, 2009). Lapisan ini biasanya adalah pasir sungai. Fungsi dari lapisan ini adalah lapisan yang diratakan sebagai alas atau bantalan paving block (AKBAR, 2006). Selain itu manfaatnya antara lain adalah sebagai pengisi sela paving dari bawah dan meneruskan beban ke permukaan sebelumnya (J, 2009).

d. *Paving Block*

Paver atau *Paving Block* adalah komponen teratas dalam *Concrete Block Pavement*. *Paver* terbuat dari campuran semen portland dan air serta agregat sebagai bahan pengisi (Nugroho, 2017). Lapisan *Paving Block* diisi dengan pasir pengisi sambungan di celah antar paving. Selain itu dibagian ujung di letakkan *edge restraint* untuk menahan *paving block* agar tidak terlepas. Penggunaan pasir pengisi bertujuan untuk menghasilkan ikatan antara *Paving Block* dan menghalang resapan air ke lapisan bawah (J, 2009).

Adapun *Paver* memiliki klasifikasi di antara lain adalah : ketebalan, pola penyusunan, ukuran, bentuk dan kekuatan.

- Ketebalan Paving

Ketebalan *paving block* bervariasi antara 50-80 mm. Semakin tebal blok maka semakin baik perkerasan akan menahan deformasi vertikal dan horizontal. Namun harus di sesuaikan dengan biaya dan aplikasinya. Umumnya untuk keperluan rumah tangga 50-60 mm memadai. Sedangkan untuk keperluan industri disarankan menggunakan *Paver* 80 mm (Concrete Block Paving Block D, 2009).

Sedangkan di Indonesia ketebalan *Paving Block* yang sering digunakan ada tiga klasifikasi yaitu 60 mm, 80 mm dan 100 mm. Dimana ketebalan 60 mm digunakan untuk jalan yang beban lalu lintasnya ringan dan frekuensinya terbatas (M. Qomaruddin dan S. Sudarno, 2017; Rachmat Mudiono, S Sudarno, 2019). Untuk ketebalan 80 mm digunakan untuk jalan yang beban lalu lintasnya sedang dan frekuensinya terbatas seperti pada pick up, truck dan bus. Dan untuk ketebalan 100 mm digunakan bagi jalan dengan beban lalu lintas berat seperti crane, loader dan alat berat lainnya, *Paving Block* ketebalan 100 mm ini sering digunakan di pelabuhan dan kawasan industri (Setyanto, 2016).

Produk	Dimensi	Tebal
Conbloc .6	20 x 10 cm	6 cm
Conbloc .8	20 x 10 cm	8 cm
Conbloc .10	20 x 10 cm	10 cm

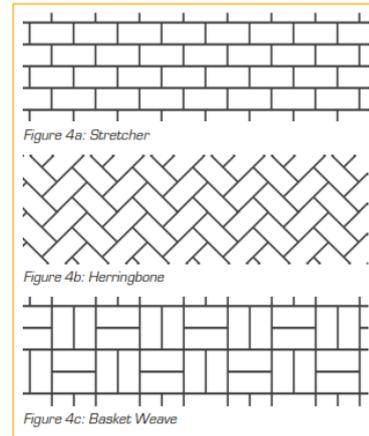
Gambar 4. Ketebalan *Paving Block*

Sumber : Helmi Wahyu dan Intan Nuril “Analisis Paving Block Hexagonal sebagai Bentuk Paving Optimum”

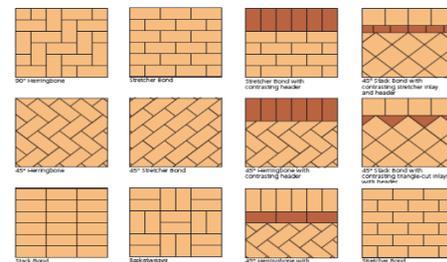
Pola Penyusunan

Pola penyusunan sebaiknya di sesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola penyusunan ditentukan oleh performa dan persyaratan estetika. Tiga pola yang

ditunjukkan pada gambar 4a,4b dan 4c adalah pola dasar. Banyak pola penyusunan yang lain yang memungkinkan. Pola penyusunan *herringbone* adalah pola yang tahan terhadap deformasi horizontal dan vertikal dan umumnya di gunakan untuk trotoar industry (**Concrete Block Paving Block D, 2009**). Untuk perkerasan jalan diutamakan pola *herringbone* karena mempunyai kuncian yang baik. Dalam proses pemasangan biasanya pada tepi susunan ditutup dengan pasak yang berbntuk topi uskup (**Nugroho, 2017**).



Gambar 5. Pola Penyusunan *Paving Block*
Sumber : Concrete Block Paving Book 2: Design Aspects, 2009



Gambar 6. Pola Penyusunan *Paving Block*
Sumber : Husna, Asmaul and Setyobudi, Nurul Ilmiyati “Analisis Efektivitas Penggunaan Lapisan Base Course pada Perkerasan Jalan Paving Block dengan Menggunakan Program Plaxis (Studi Kasus Kawasan Kampus UNISSULA)”

- Bentuk *Paving Block*

Adapun bentuk *Paving Block* dibagi tiga klasifikasi yaitu :

- Kategori A (*Four Dented*)

Pada kategori ini semua bagian sisinya bergerigi. Pada keempat penjuru ikatannya saling mengunci. Contoh *Paving Block* kategori A adalah *Anchorlock*, *Unipave*, *Uniespave* dan *Grasspave* . *Paving Block* pada kategori ini biasanya digunakan untuk jalan (Indonesia, 1998). *Paving Block* ini memungkinkan adanya interlock geometris

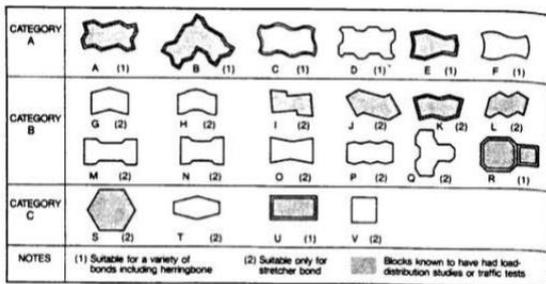
di antara sisi vertikal dan sisi-sisi block yang berdekatan (J, 2009).

- Kategori B (*Two Dented*)

Pada kategori ini hanya ada dua bagian yang berfungsi sebagai pengunci dengan susunan yang arahnya membujur 1 (Arfiane, 2017). Kategori ini biasa digunakan untuk peralatan parkir (Arfiane, 2017).

- Kategori C (No Dented)

Pada kategori ini *Paving Block* satu sama lain tidak mengunci. Kekuatan penguncian tergantung pada ketepatan ukuran dan keseragaman *Paving Block*. Pada kategori ini terdiri dari dua jenis yaitu Twinpave dan Quadpave. Kategori ini biasa digunakan untuk trotoar (Arfiane, 2017).



Gambar 7. Bentuk *Paving Block*
Sumber : SNI 03-0691-1996



Gambar 8. Bentuk *Paving Block*
Sumber : Putra, Rian Permana and Rizalni, Robi “Analisis Perbandingan Kuat Tekan Paving Block Berbahan Normal dengan Paving Block Berbahan Tambahan” 2017

Jarak Sambungan (Jointing Width)

Jarak sambungan memiliki peran yang sangat penting pada performa perkerasan jalan *Paving Block*. *Jointing Width* adalah celah di antara block satu dengan block lainnya dimana diisi dengan pasir. Kekosongan atau celah tersebut perlu di isi dengan pasir dengan cara mengisinya dari permukaan. Hal tersebut dilakukan agar

jarak antara block saling mengunci sehingga tidak terjadi pergeseran. *Jointing Width* yang optimum yaitu antara 3-5 mm. Apabila jarak berlebih maka akan mengurangi kekuatan struktur dan block mudah bergeser. Dan apabila terlalu kecil maka air dapat mengalir melalui celah sambungan (Arfiane, 2017).

Kekuatan Paving Block

Kekuatan dibagi menjadi empat klasifikasi sesuai dengan tempat aplikasi. Diantara lainnya terdapat di tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Kekuatan *Paving Block*

Mutu	Kegunaan	Kekuatan (Mpa)		Kekuatan Atas (mm/menit)		Kadar air Rerata (%)
		Rata-rata	Terendah	Rata-rata	Terendah	
A	Perkerasan Jalan	40	35,0	0,090	0,103	3
B	Tempat parkir mobil	20	17,0	0,130	0,149	6
C	Pejalan kaki	15	12,5	0,160	0,184	8
D	Taman kota	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber: SNI 02-0691-1996

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian paving block ini yaitu analisis interlocking, pola penataan, deformasi dan penurunan tanah. Adapun cara menganalisa yaitu dengan membuat simulasi permodelan paving block dengan program SketchUp, Plaxis dan SAP2000.

Metode Pengumpulan Data

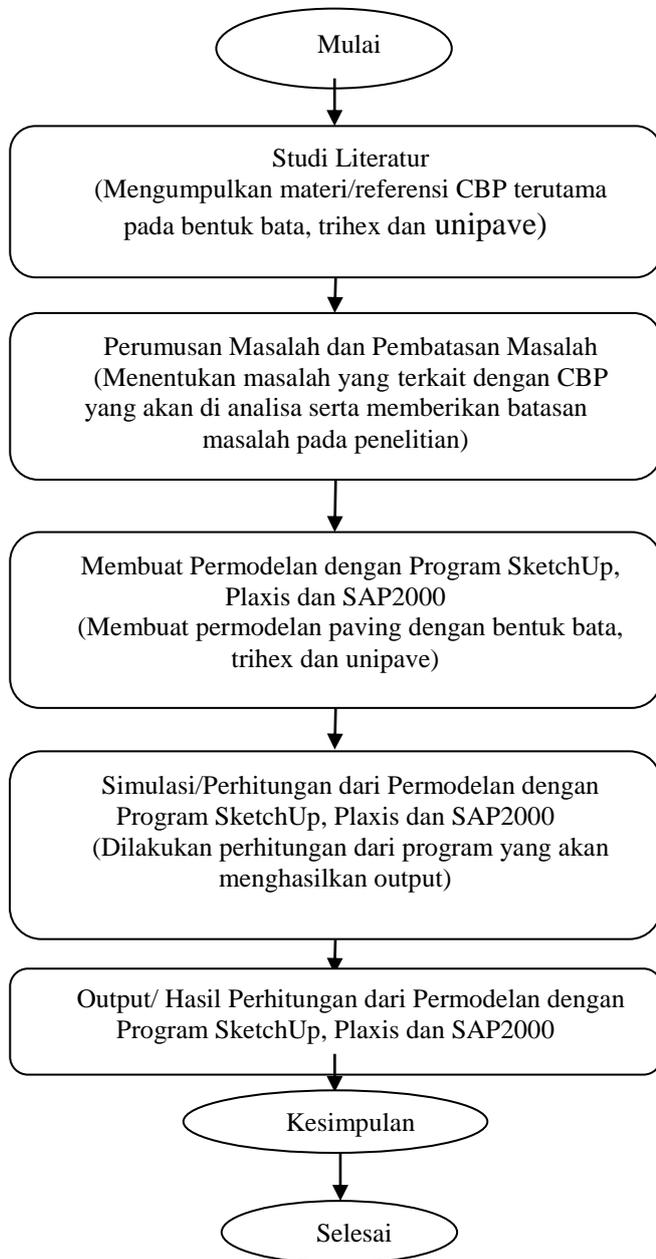
Tahap pengumpulan data merupakan hal pokok untuk menyelesaikan suatu masalah secara ilmiah. Data-data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder.

Metode Analisis dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan program SketchUp, PLAXIS dan SAP2000. Program ini dapat membantu penelitian dalam memperhitungkan momen dan deformasi yang terjadi pada paving block yang dimodelkan serta lendutan tanah yang terjadi akibat beban deformasi dengan berbagai bentuk (bata, trihex, dan unipave). Pada program SAP2000 melalui beberapa tahapan untuk menampilkan hasil yang diinginkan, tahapan tersebut dapat digambarkan melalui bagan sebagai berikut :

Pada program SAP2000 memerlukan beberapa parameter yang harus di input agar dapat menjalankan kalkulasi. Parameter ini antara lain adalah weight per unit volume, modulus elastisitas (E), specified concrete compressive strength (f_c), thickness, joint restraint, joint loads dan area loads. Sesudah menginput data maka akan menghasilkan besarnya momen dan deformasi yang terjadi pada model perkerasan paving block. Setelah mendapatkan hasil deformasi berbagai bentuk paving hasil tersebut sebagai perbandingan pembebanan program plaxis dan sketchup. Pada analisa program Plaxis perlu untuk menginput data-data yang perlu

digunakan yaitu berat tanah kering γ (unsat), berat tanah basah γ (sat), permeabilitas horizontal (k_x), permeabilitas vertical (k_v), modulus young, passion's rasio (V), kohesi ($c_{ref}((cu))$), sudut friksi, dan sudut dilatasi. Perencanaan dapat dilihat pada bagan alir pada gambar 1.

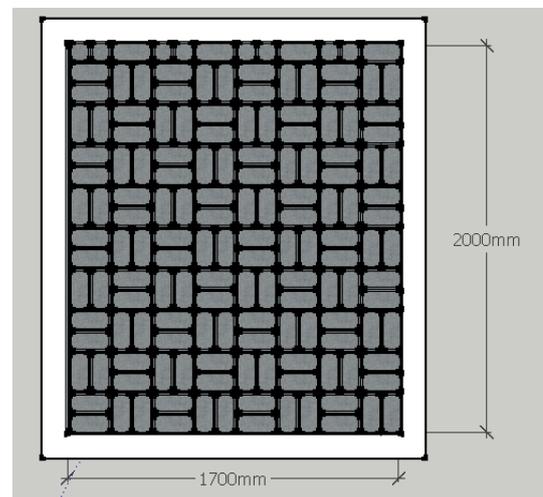


Paving Block yang kami gunakan adalah bentuk paving bata/holland dengan 4 pola pemasangan. Paving berbentuk holland/ bata dengan ukuran 21x10,5x6 dan 21x10,5x8 dengan pola penataan stretcher, basketweave, herring bone 45 dan herring bone 90.

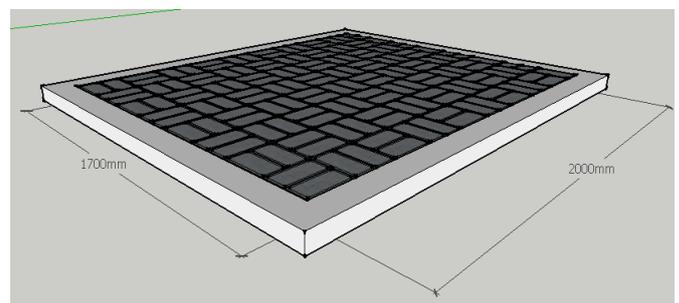
Adapun langkah-langkah pada pembuatan model di SketchUp adalah sebagai berikut :

1. Buat area pemasangan paving block dengan ukuran 2 m x 1,7 m
2. Buat paving dengan cara membuat persegi panjang dengan ukuran 21 x 10,5 x 6 dan 21 x 10,5 x 8 kemudian klik *push/pull*
3. Untuk memberi bevel pada paving turunkan paving 10 mm dan *offset* ke dalam 10 mm, *double* klik dan tarik ke atas dengan ukuran 10 mm.
4. Tata paving sesuai dengan pola penataan diantara lainnya pola *basketweave*, *stretcher*, *herringbone* 45 dan *herringbone* 90.

Berikut tabel hasil/ output interlocking pada pola pemasangan dari segi bentuk sebagai material bahu jalan



Gambar 9. Tampak Atas *Paving Block Bata/ Holland* Pola Penataan *Basketweave*



Gambar 10. Tampak Isometris *Paving Block Bata/ Holland* Pola Penataan *Basketweave*

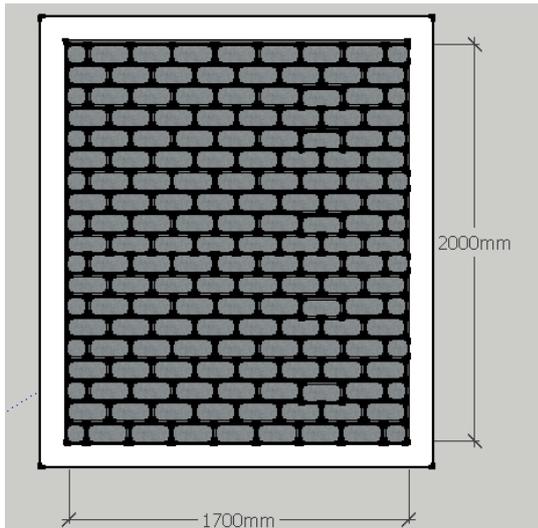
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Interlocking dan Pola Penataan SketchUp

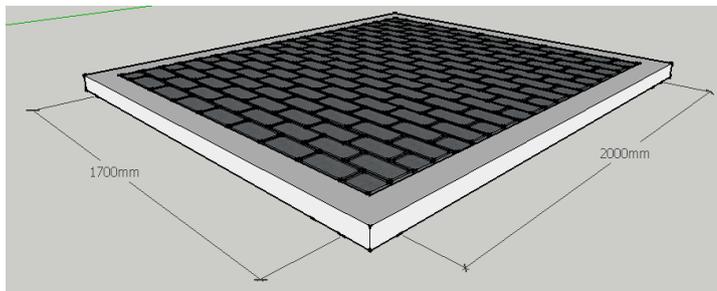
Pada analisa aspek interlocking dan pola pemasangan paving block sebagai material bahu jalan maka diperlukan program untuk mendesign permodelan paving block.

Adapun program yang kami gunakan untuk paper ini adalah Program software SketchUp . Pada permodelan ini kami membuat design sesuai dengan ukuran yang dibuat di lapangan.

Pada paving block berbentuk bata dengan pola penataan basketweave dengan ukuran paving 21 x 10,5 x 8 cm dan area 2 x 1,7 m di dapat data jumlah paving sebanyak 152 *paving block*.

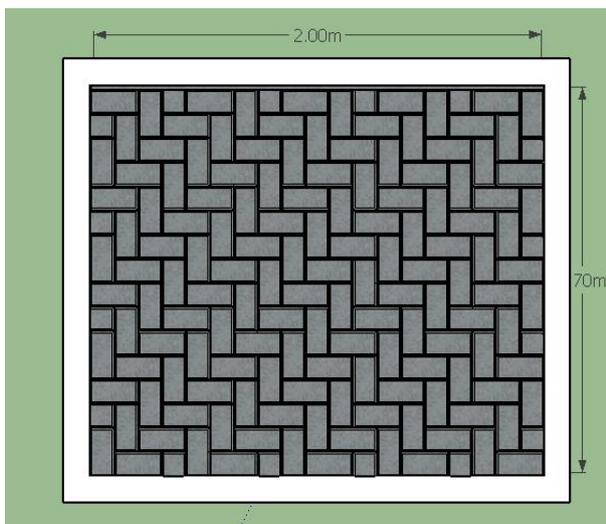


Gambar 11. Tampak Atas *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Stretcher*

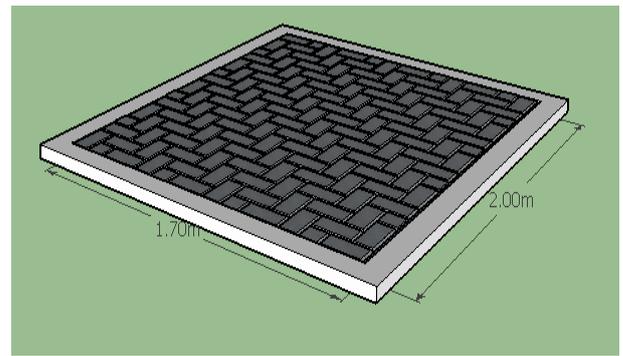


Gambar 12. Tampak Isometris *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Basketweave*

Pada paving block berbentuk bata dengan pola penataan *stretcher* dengan ukuran paving 21 x 10,5 x 8 cm dan area 2 x 1,7 m di dapat data jumlah paving sebanyak 152 *paving block*.

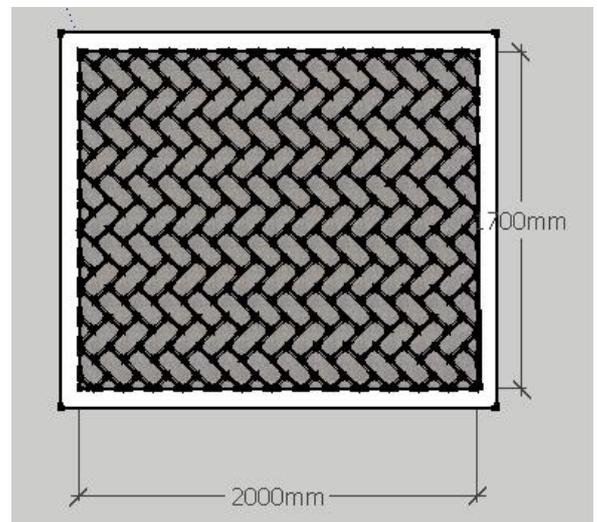


Gambar 13. Tampak Atas *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Herringbone 90*

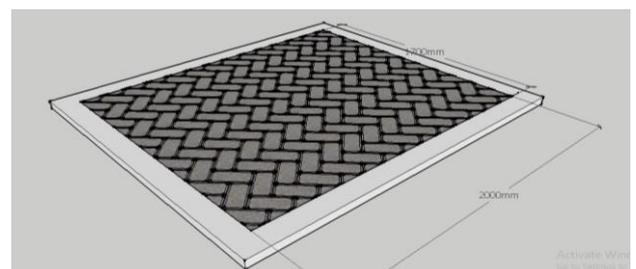


Gambar 14. Tampak Isometris *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Herringbone 90*

Pada paving block berbentuk bata dengan pola penataan *Herringbone 90* dengan ukuran paving 21 x 10,5 x 6 cm dan area 2 x 1,7 m di dapat data jumlah paving sebanyak 252 *paving block*.



Gambar 15. Tampak Isometris *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Herringbone 45*



Gambar 16. Tampak Isometris *Paving Block* Bata/
Holland Pola Penataan *Herringbone 45*

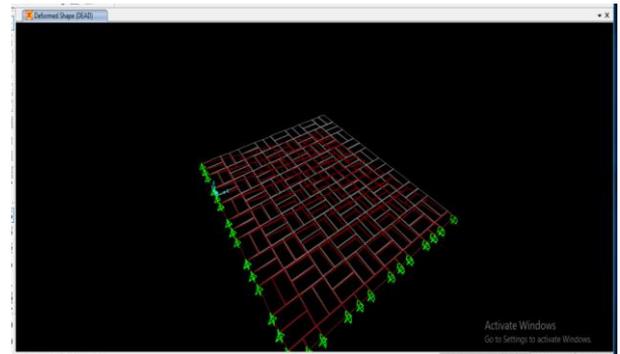
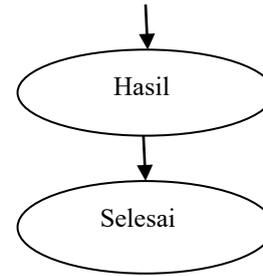
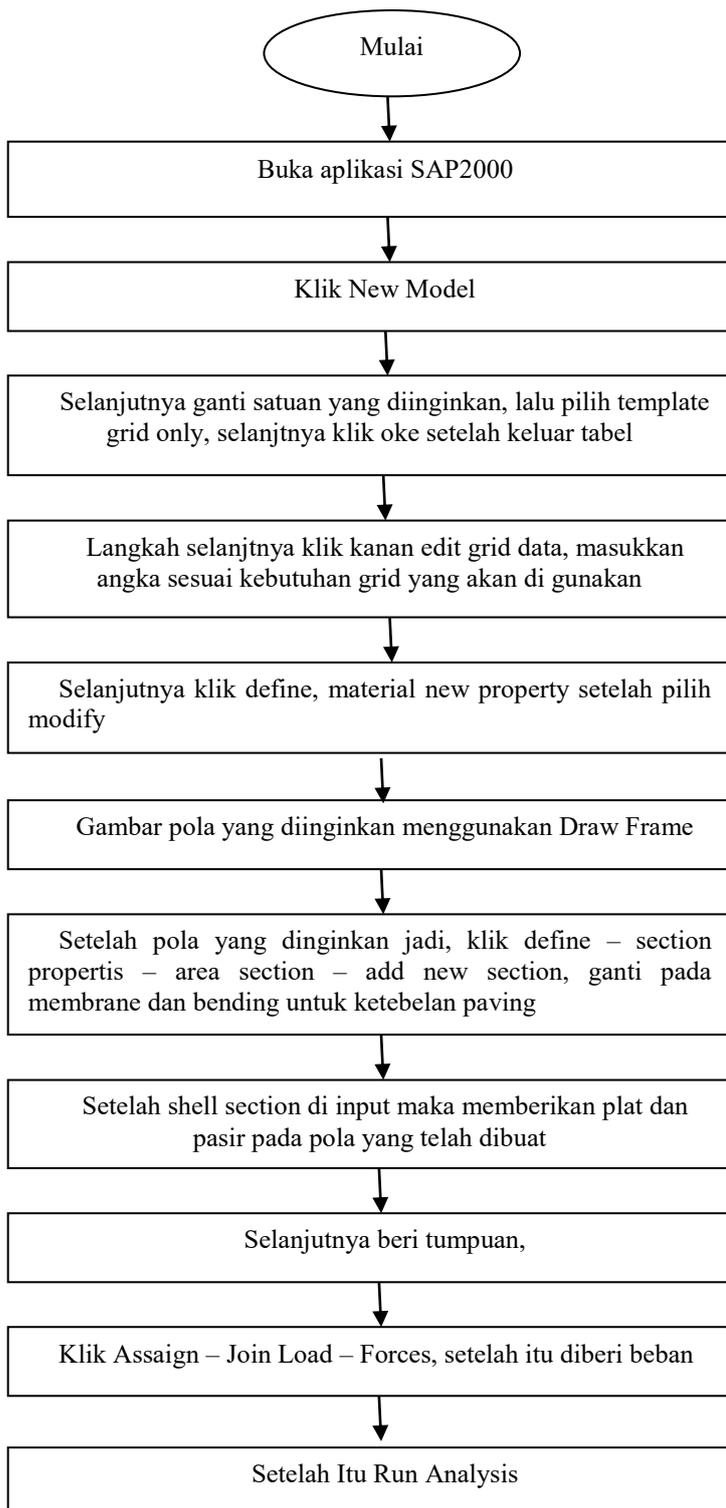
Pada paving block berbentuk bata dengan pola penataan *Herringbone 45* dengan ukuran paving 21 x 10,5 x 6 cm dan area 2 x 1,7 m di dapat data jumlah paving sebanyak 252 *paving block*.

Analisa Deformasi atau Penurunan Tanah pada Program SAP2000

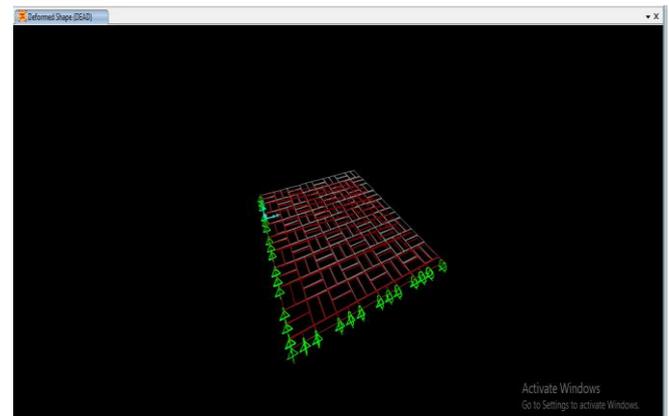
Pada analisa aspek deformasi atau penurunan tanah bahu jalan menggunakan material paving maka diperlukan program untuk mendesign permodelan paving block ini.

Adapun program yang kami gunakan untuk menghitung deformasi atau penurunan tanah paper ini adalah Program software SAP2000 . Pada permodelan ini kami membuat design sesuai dengan ukuran yang dibuat di lapangan dengan potongan melintang.

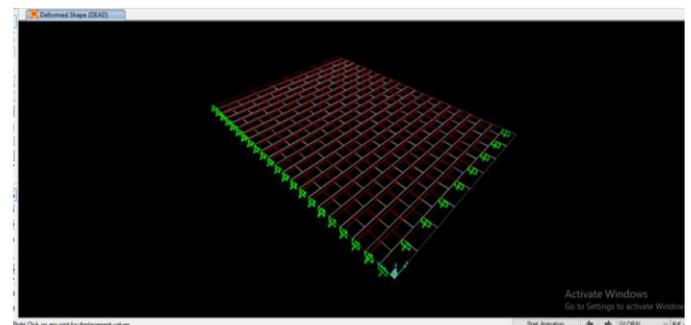
Adapun langkah-langkah pada pembuatan model di SAP2000 adalah sebagai berikut :



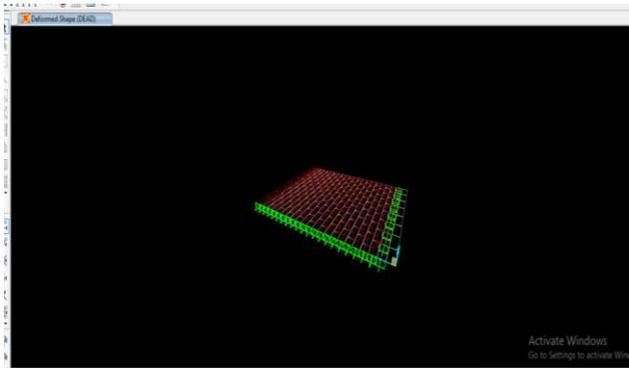
Gambar 17. Tampak Isometris Hasil SAP2000 Paving Block Bata/ Holland Pola Penataan Basketweave tebal 6cm



Gambar 18. Tampak Isometris Hasil SAP2000 Paving Block Bata/ Holland Pola Penataan Basketweave tebal 8cm



Gambar 19. Tampak Isometris Hasil SAP2000 Paving Block Bata/ Holland Pola Penataan Stretcher tebal 6cm



Gambar 20. Tampak Isometris Hasil SAP2000 Paving Block Bata/ Holland Pola Penataan Stretcher tebal 8cm

Hasil SAP2000

Pola Paving Blok	Hasil	
	Tebal 6cm	Tebal 8cm
Basketweave	0.0006 kN.m	0.0083 kN.m
Stretcher	0.00062 kN.m	0.0061 kN.m

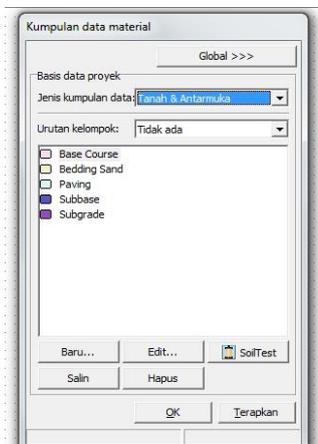
Analisa Deformasi atau Penurunan Tanah pada Program PLAXIS

Pada analisa aspek deformasi atau penurunan tanah bahu jalan menggunakan material paving maka diperlukan program untuk mendesign permodelan paving block ini.

Adapun program yang kami gunakan untuk menghitung deformasi atau penurunan tanah paper ini adalah Program software Plaxis. Pada permodelan ini kami membuat design sesuai dengan ukuran yang dibuat di lapangan dengan potongan melintang.

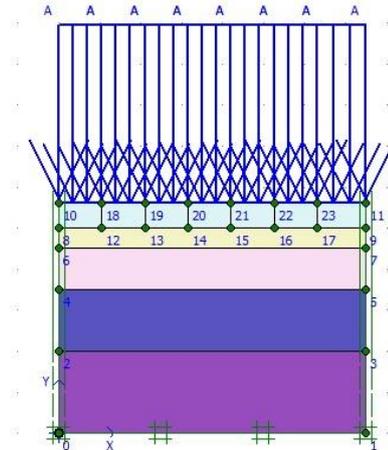
Adapun langkah-langkah pada pembuatan model di SketchUp adalah sebagai berikut :

1. Buka Program Plaxis Input
2. Klik Proyek Baru
3. Berilah judul dan pilihlah model regangan bidang
4. Beri ukuran untuk area permodelan dengan ukuran seperti pada gambar
5. Input data material seperti pada gambar



Gambar 21. Input Material PLAXIS

6. Buatlah model design potongan melintang seperti pada gambar. Dengan ukuran subgrade = 20 cm, subbase = 15 cm, base course = 10 cm, bedding sand = 5 cm dan paving = 6 atau 8 cm.



Gambar 22. Permodelan Bahu Jalan dengan Paving Block Software PLAXIS

7. Tambahkan beban merata/ *distributed load* dengan cara klik ikon



8. Isi beban sebanyak 1,6 ton = $1,6 \times 9,8 = 15,68$ kN. Dengan arah Y beban diatas paving, dituliskan dengan -15,68 karena mengarah kebawah.

9. Beri tegangan jepit dengan cara klik ikon



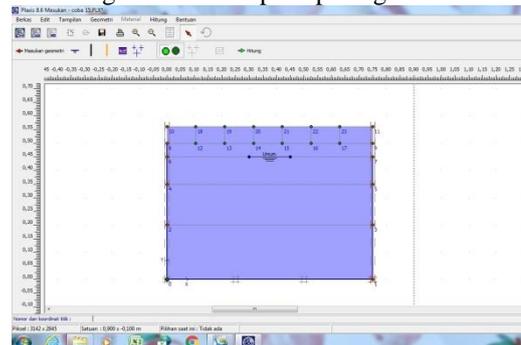
10. Kemudian susun jaringan elemen/ *mesh generate* dengan cara klik ikon



11. Kemudian setelah hasil susun jaringan elemen/ *mesh generate* keluar, klik perbaharui

12. Setelah klik perbaharui, beri muka air tanah dengan cara klik tanda tambah biru dan pilih garis freatik

13. Buatlah garis freatik seperti pada gambar



Gambar 23. Permodelan Garis Freatik

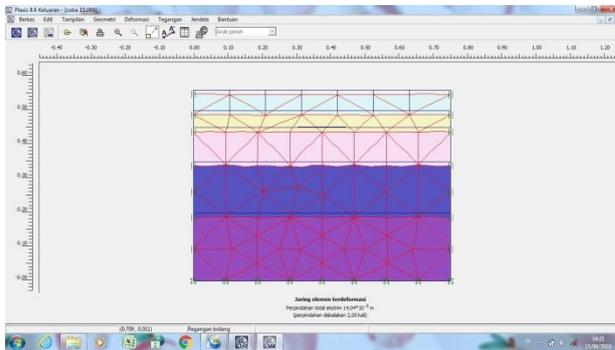
14. Isilah Sigma M *weight* sebesar 10

15. Kemudian hasil perhitungan tekanan air pori aktif dan tegangan efektif akan keluar.

16. Kemudian klik hitung.

17. Pada proses output buatlah data seperti pada gambar berikut. Semua perhitungan harus tercentang hijau, jika tidak maka perhitungan *error/* gagal.

18. Setelah semua tercentang klik keluaran seperti pada gambar dibawah ini. Hasil deformasi atau penurunan paving/ penurunan tanah adalah sebesar $14,04 \times 10^{-3}$ m atau 14,04 mm untuk paving ketebalan 6 cm dan untuk ketebalan 8 cm yaitu sebesar 25×10^{-3} m atau 25 mm.



Gambar 24. Hasil Output Bahu Jalan Paving Block dengan Software PLAXIS

SIMPULAN

1. Dari Aspek Interlocking maka pola penataan yang paling bagus/ efektif adalah dengan urutan pola Basketweave, Stretcher kemudian Herringbone.
2. Nilai Momen yang di dapatkan pada paving dengan ketebalan 6 cm pola penataan basketweave yaitu 6 mm kemudian untuk pola penataan stretcher 6,2 mm dan untuk ketebalan 8 cm pola penataan basketweave adalah 8,3mm kemudian untuk pola penataan stretcher pola penataan stretcher yaitu 6,1 mm.
3. Nilai Deformasi/ Penurunan Tanah yaitu pada ketebalan 6 cm adalah sebesar 14,04 mm dan untuk ketebalan 8 cm adalah sebesar 25 mm.

SITASI DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1]AKBAR, F. T. (2006). PENINGKATAN MUTU PAVING BLOCK HEXAGONAL DENGAN MODIFIKASI CAMPURAN SEMEN PASIR YANG DIBUAT MANUAL.
- [2]Arfiane, D. a. (2017). PENINGKATAN KETAHANAN AUS PAVING BLOCK DENGAN MODIFIKASI CAMPURAN SEMEN PASIR YANG DIBUAT MANUAL.
- [3]Concrete Block Paving. (2009). Block D, Lone Creek, Waterfall Office Park, Bekker Road, Midrand: Concrete Manufacturers Association.
- [4]Gamping, M. (2017). *Bahu Jalan*.
- [5]Husna, A. a. (2017). ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN LAPISAN BASE COURSE PADA PERKERASAN JALAN PAVING BLOCK DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS (Studi Kasus Kawasan Kampus UNISSULA).
- [6]Indonesia, B. S. (1998). *SNI (Standar Nasional Indonesia)*.
- [7]J, N. D. (2009). Analisis Penurunan Lapisan Pasir Alas.

- [8] (1997). Dalam *TATA CARA PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN ANTAR KOTA*. DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM.

- [9]Nugroho, E. N. (2017). ANALISIS INTERLOCKING PAVING BLOCK BENTUK HEXAGONAL DENGAN METODE FINITE ELEMENT 3D PROGRAM SAP 2000.

- [10] Qomaruddin, M dan Sudarno, S. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH BOTTOM ASH PENGGANTI AGREGAT HALUS DENGAN MENAMBAHKAN KAPUR PADA PEMBUATAN PAVING. 1(1)

- [11] Rachmat Mudiono dan S. Sudarno (2019), THE INFLUENCE OF COCONUT FIBER ON THE COMPRESIVE AND FLEXURAL STRENGTH OF PAVING BLOCK. *Engineering, technology and applied science and research*, 9(5), 4702-4705.

- [12]Setyanto, H. W. (2016). ANALISIS PAVING BLOCK HEXAGONAL SEBAGAI BENTUK PAVING OPTIMUM.

- [13]Standar Nasional Indonesia. (1998). Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.