STUDI KELAYAKAN LAPIS PERKERASAN BATU ANDESIT PADA JL. BRAGA SEBAGAI JALUR LALU LINTAS

Retno Utami

Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung Jl. Gegerkalong Hilir Ds.Ciwaruga Bandung 40012
Email: retnoutami@polban.ac.id

ABSTRAK

Tujuan awal diubahnya lapis perkerasan menjadi batu andesit pada Jl. Braga adalah perubahan fungsi Jl. Braga sebagai sarana pedestrian saja. Namun, hingga saat ini, ruas Jl. Braga masih merupakan jalur lalu lintas. Perbedaan tujuan awal dengan kondisi saat ini merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan berkepanjangan di ruas Jl. Braga. Proses analisa mengenai kondisi perkerasan pada ruas Jl. Braga digunakan metode *failure risk model*. Hasil yang didapat akan menentukan apakah desain konstruksi perkerasan yang digunakan berisiko tinggi atau tidak dengan mempertimbangkan jenis konstruksi dan peruntukannya. Hasil analisa didapat nilai *risk index* adalah 97,02%. Solusi yang dapat dilakukan adalah jika kondisi Jl. Braga menjadi sarana pedestrian saja, dapat dilakukan penggantian *material bed* dan *jointing* serta proses perawatan perkerasan (*pavement maintenance*) dengan frekuensi yang lebih sering. Sedangkan, jika kondisi Jl. Braga sebagai jalur lalu lintas dapat dilakukan proses rekonstruksi agar tiap lapisan perkerasan mencapai kekuatan sesuai standar yang digunakan.

Kata Kunci: lapis perkerasan, batu, *failure risk model*

I. Pendahuluan

IV.1. Latar Belakang

Pada 2008, ruas Jalan Braga dilapisi batuan andesit sepanjang 370 meter. Menghabiskan 32.722 lempeng batu senilai Rp.1,8 miliar APBD Kota Bandung. April 2009 Braga rencananya sudah menjadi kawasan pedestrian, namun sampai April 2016 masih terus dilintasi kendaraan. Akibatnya, berkali-kali jalan tersebut harus diperbaiki, diantaranya mengganti pasir yang semula digunakan untuk menempelkan batu andesit itu dengan semen agar lebih kuat menahan beban. Hampir setiap hari ruas Jl. Braga ini mengalami kemacetan karena pengguna jalan hanya bisa memacu kendaraannya dengan kecepatan di bawah 10 Km/jam untuk menghindari titik kerusakan jalan yang tersebar dari persimpangan Jl. Braga – Jl. Naripan hingga Jl. Braga – Jl. Lengkong. Menurut Tomtom (anggota komisi C DPRD Kota Bandung dari Fraksi Demokrat), jalan yang berbatu andesit tidak dilalui kendaraan seperti yang terdapat di negara Cina atau Singapura. "Minimal bukan kendaraan berat seperti truk yang melaluinya. Oleh karena itu, perlu dilakukan rekayasa lalu lintas," ujarnya. Akan tetapi, kondisi Jalan Braga sekarang ini lebih menunjukkan kurang matangnya (tanpa adanya standar yang berlaku) perencanaan Pemkot terutama dari sisi teknis. Menurut dia, batuan andesit memang rentan hancur jika pemasangannya tidak sesuai standar. Misalnya, jika lapisan dasar jalan tidak rata, akan berdampak batu andesit cepat rusak. (PR, Mei 2010)

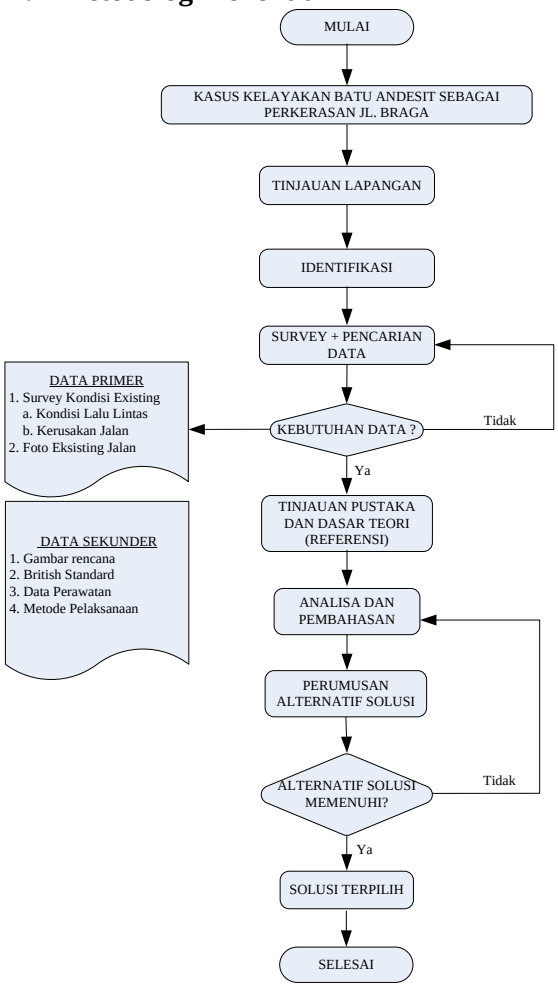
IV.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi kasus ini adalah untuk mengetahui layak atau tidaknya konstruksi perkerasan batu andesit Jl. Braga menjadi jalur kendaraan bermotor

IV.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang akan dibahas pada studi kasus ini adalah nilai risk index pada perkerasan Jl. Braga dengan menggunakan Metode SCOTS.

II. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Metodologi Penelitian

III. Dasar Teori

Jalan yang menggunakan batu sebagai permukaannya digunakan untuk meningkatkan daya tarik sebuah kota dengan memberikan kesan tradisional yang berkualitas tinggi. Selain itu, penggunaan batu juga dapat memberikan konstruksi yang tahan lama dan lebih ramah lingkungan. Dalam sebuah kajian di Eropa (*McHale and Fordyce*, 1999) tentang penggunaan batu alam sebagai lapis permukaan jalan menunjukkan bahwa pedoman desain yang terdapat di daerah Eropa berasal dari Jerman. Di Indonesia, belum terdapat sebuah pedoman desain mengenai batu alam sebagai lapis permukaan jalan, sehingga dalam studi kasus ini penulis menggunakan *British Standard* yang telah diadopsi oleh pihak Skotlandia. Meskipun pedoman desain yang ada bervariasi, namun konsep utamanya adalah :

- Batasan beban lalu lintas
- Masa layan maksimum
- Pertambahan ketebalan batu seiring pertambahan lalu lintas
- Kompatibilitas respons elastis antara lapisan atas dan bawah akibat beban
- Penggunaan pekerja yang terampil dan terlatih

Dalam penggunaan batu alam sebagai lapis permukaan jalan terdapat beberapa faktor yang menjadi perhatian utama, yaitu :

a. Lalu Lintas

Beban lalu lintas adalah faktor utama yang mempengaruhi desain lapisan permukaan dan struktur pendukung lainnya. Terdapat empat kategori beban, yaitu:

Tabel 1 Kategori pembebanan untuk *Natural Stone Surfacing*

Kategori Pembebanan	Deskripsi
1	Hanya untuk beban pedestrian
2	Pejalan kaki dan kendaraan ringan dengan maksimum beban as 2 ton termasuk mobil pribadi dan kendaraan ringan lainnya
3	Kendaraan dengan beban sedang dengan maksimum beban as 8 ton termasuk mobil servis/jasa dan bis satu tingkat dengan tidak lebih dari 2 as
4	Kendaraan dengan beban berat dengan maksimum beban as 10 ton termasuk kendaraan dengan beberapa as dan kemudi ganda

Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

Tabel 2 Kategori untuk kondisi lahan untuk perkerasan berbatu

Kategori Lahan	Deskripsi
A	Dimensi jalur lalu lintas standar atau dalam area terbuka Kendaraan bergerak lurus sesuai dengan kontur jalan
B	Sama seperti di atas dengan radius kelengkungan <100 mm dan/atau gradien > 10% . Kendaraan berbelok.
C	Lebar jalur lalu lintas di bawah standar
D	Sama seperti di atas dengan radius kelengkungan <100 mm dan/atau gradien > 10%

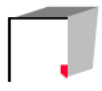
Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

b. Klasifikasi batu alam

Penggunaan batu alam ditujukan untuk mendapatkan lapis permukaan yang stabil, aman, dan tahan lama baik untuk manusia maupun untuk kendaraan yang melintas. Klasifikasi batu alam berdasarkan bentuk dapat dilihat di bawah ini :

1. *Cubes* memiliki ukuran yang sama untuk setiap sisinya.

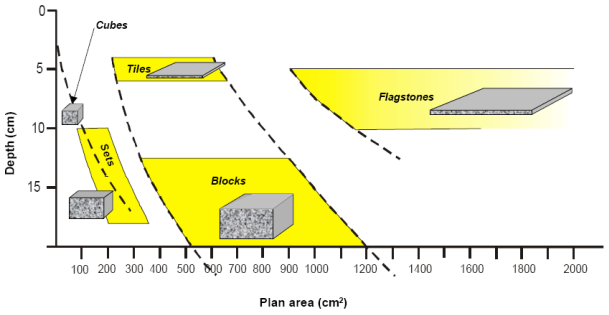
2. *Setts* memiliki minimum ketebalan 100 mm dengan panjang yang umumnya lebih besar dari ketebalannya.



3. *Blocks* adalah unit yang stabil dengan ketebalan minimum 150 mm

4. *Tiles* memiliki ketebalan maksimum 60 mm dan area pemasangan minimum 200 mm

5. *Flagstones* memiliki ketebalan maksimum 100 mm dan area pemasangan minimum 300 mm. Area pemasangan maksimum dari *flagstones* dibatasi dengan batas aman pengangkatan dan kekuatan lentur



Gambar 2 Grafik ukuran dan bentuk elemen batu

Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

c. Jenis lapisan permukaan

Konstruksi lapis permukaan menggunakan batu alam memiliki tiga jenis lapis pemukaan yang digunakan berdasarkan klasifikasi batu alam.

- Konstruksi lentur
  Lapisan permukaan ini menggunakan *unbound aggregate*. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah:
  - Tidak digunakan pada lalu lintas berat
  - Elemen yang digunakan distabilisasi dengan *mechanical interlock* dan friksi
  - Memiliki permukaan bertekstur
  - Struktur pendukung sesuai dengan lapis permukaan
  - Pemadatan sangat penting pada *road base* dan *subbase* untuk memastikan keseragaman daya dukung
  - Pendetailan pada daerah tepi sangat penting. Diperlukan *rigid support* di setiap tepi ke konstruksi lapis permukaan

- Pada saat pemadatan, kadar air pada *bedding aggregate* berada pada kadar air optimum
- Penambahan ikatan pada lapis permukaan diperlukan bergantung pada kondisi lalu lintas, volume, dan lingkungan
- *Cubes* harus diletakkan dengan pola melengkung (pola *Bogan* atau *arc*) pada daerah lalu lintas padat.

- Konstruksi kaku
  - Jenis *cubes, setts* dan *blocks* kekuatan dan lebar sambungan merupakan faktor utama untuk mengontrol ketahanan struktur terhadap beban
  - Pada elemen yang dipotong menggunakan permukaan yang bertekstur
  - Struktur pendukung harus dibuat sesuai dengan lapis permukaannya
  - Ketebalan lapisan bedding sangat penting untuk menentukan kekakuan yang akan ditransfer pada lapisan permukaan. Pemadatan dilakukan pada kadar air optimum
  - Ketebalan siar harus ditentukan dan berfungsi sebagai sambungan
  - Terdapat selang waktu antara proses konstruksi dan waktu untuk dilewati lalu lintas

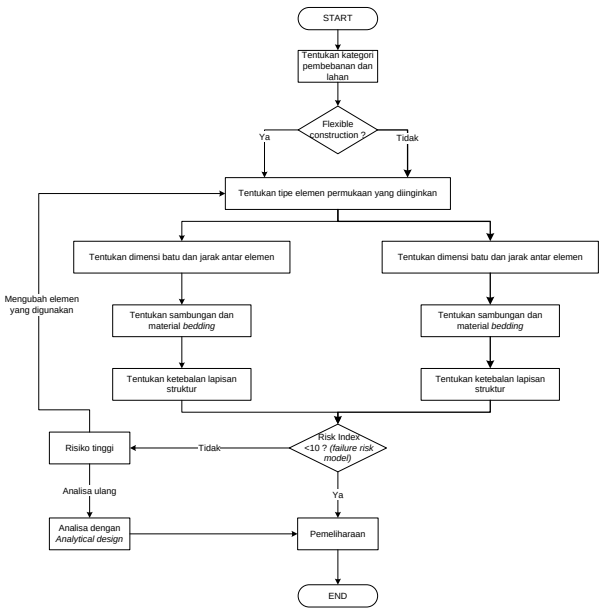
- *Flagstones* dan *Tiles*
  - *Flagstones* digunakan pada suatu area yang sangat luas
  - *Flagstones* yang menggunakan *flexible bedding* and *jointing* tidak memerlukan besaran pada daerah lalu lintas
  - Dengan konstruksi fleksibel, pemadatan lapisan bedding sangat penting. Agregat halus harus *permeable* untuk menghindari lepasnya butiran dan mengurangi daya dukung
  - Sambungan tidak perlu diisi dengan mortar. Pasir halus dapat digunakan dengan balok beton atau *urethane compound* yang mengisi sambungan sekaligus memberikan ruang pergerakan
  - Sambungan harus dapat mengakomodasi gerakan akibat panas, minimum 2 mm.
  - *Flagstones* dan *tiles* dapat digunakan dalam 2 daerah beban yang berbeda namun berada dalam satu desain
  - Lapisan pendukung harus dapat mengikat lapis permukaan
  - Kemahiran pekerja

d. Proses konstruksi
e. Pemeliharaan
f. Analisa desain

Terdapat dua pilihan analisa desain yang dipilih, yaitu metode semi-empiris dan pendekatan analisis. Metode semi-empiris didasarkan pada hasil penelitian pada perkerasan eksperimental, beberapa model matematika, dan *review* dari spesifikasi dan pedoman desain yang telah digunakan pada *stone-paved road* di Eropa. metode pendekatan analisis melibatkan analisa struktural dengan menggunakan teori-teori dasar. Sebuah model matematika digunakan untuk menentukan beban yang relevan pada desain.

Metode Semi Empiris

Metode ini terbagi menjadi 2 yaitu untuk desain baru (bagan alir A) dan rekonstruksi (bagan alir B).



Gambar 3 Bagan alir A untuk desain baru

Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

Gambar 4 Bagan alir B untuk rekonstruksi

Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

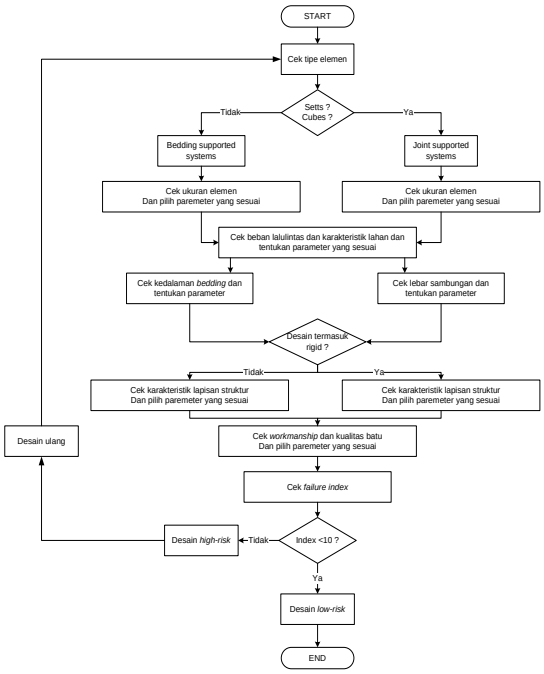
Metode Pendekatan Analisis

Metode pendekatan analisis ini memiliki filosofi yang sama dengan struktur teknik sipil yang lain yaitu semua bagian struktur harus dapat beroperasi sesuai dengan kinerja yang seharusnya. Dasar dari metode pendekatan analisis adalah sebagai berikut :

- Menghitung beban
- Mengestimasi dimensi tiap komponen
- Mempertimbangkan material yang dipakai
- Memformulasikan model yang sesuai
- Melakukan analisis struktur dengan menggunakan teori dasar
- Membandingkan tegangan batas, ketahanan, lendutan atau deformasi yang diijinkan
- Menyesuaikan material terpilih dan/atau dimensi dari tiap komponen untuk mencapai desain yang memuaskan
- Mempertimbangkan kelayakan ekonomi dari hasil yang didapat

Failure risk model dapat bertindak sebagai metode untuk memeriksa desain perkerasan. Tujuan dari model ini adalah untuk memberikan cek pada desain berhubungan dengan kesesuaiannya dengan tujuan yang akan dicapai. Model ini juga mempertimbangkan beberapa faktor yang tidak diperhitungkan dalam proses desain seperti *workmanship*.

Struktur dasar dari metode ini dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 5 Bagan alir *failure risk model*

Sumber : *Natural Paving Stone Guide, SCOTS*

Parameter yang digunakan :

a. *Resistance to failure*

Nilai *resistance failure* untuk *cubes*, *setts* dan *blocks* dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$R_j = (A_p \times S_t \times J_s \times P) + (0{,}1 \times A_b \times B_s \times P)$

dimana,

A_p = parameter untuk *perimeter area*
A_b = parameter untuk luas
S_t = parameter untuk tekstur permukaan
J_s = parameter untuk kekuatan sambungan
B_s = parameter untuk kekuatan bedding
P = parameter untuk pola pemasangan
R_j = *jointing controlled resistance*

Nilai resistance failure untuk tiles dan *flagstones* dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$R_b = (A_b \times B_s \times P) + (0{,}1 \times A_p \times S_t \times J_s)$

dimana,

A_p = parameter untuk *perimeter area*
A_b = parameter untuk luas
S_t = parameter untuk tekstur permukaan
J_s = parameter untuk kekuatan sambungan
B_s = parameter untuk kekuatan bedding
P = parameter untuk pola pemasangan
R_b = *bedding controlled resistance*

Nilai *resistance failure* untuk *cubes*, *setts* dan *blocks* dalam *unbound construction* dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$R_{ju} = (0{,}4 \times A_p \times S_t \times J_s \times P) + (0{,}6 \times A_b \times B_s \times P)$ ...(iii)

dimana,

A_p = parameter untuk *perimeter area*
A_b = parameter untuk luas
S_t = parameter untuk tekstur permukaan
J_s = parameter untuk kekuatan sambungan
B_s = parameter untuk kekuatan bedding
P = parameter untuk pola pemasangan
R_{ju} = *joint controlled resistance for unbound pavements*

Tabel 4. Parameter untuk setts/cubes *base area* (luas) (A_b)

Luas (cm^2)	Luas rata-rata	Elemen pada bidang kontak	Area komposit	Nilai Parameter
< 100	80	4 x 3	960	1,3
100 - 120	110	3 x 3	990	1,26
120 - 240	180	2 x 2	720	1,74
240 - 340	290	2 x 2	1160	1,08
> 340	400	2 x 2	1600	0,78

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

Tabel 5. Parameter untuk pola pemasangan (P)

Pola	Parameter
Grid	1
Stretcher	0,8
Bogan/segmental arch	0,6

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

Tabel 6. Parameter untuk tekstur (S_t)

Tekstur	Parameter
Pemotongan	1
Penggergajian	2
Penggergajian dan bertekstur	0,3

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

Tabel 7. Parameter untuk kekuatan sambungan (J_s)

Kekuatan sambungan N/mm^2	Rata-rata	Parameter
< 10	6	1
10 -- 20	15	0,4
20 - 30	25	0,24
30 - 40	35	0,17
> 40	50	0,12

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

Tabel 8. Parameter untuk kekuatan *bedding* (B_s)

Kekuatan bed N/mm^2	Rata - rata	Parameter
< 10	6	1
10 -- 20	15	0,4
20 - 30	25	0,24
30 - 40	35	0,17
> 40	50	0,12

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

b. Parameter untuk beban lalu lintas

Kategori pembebanan sama dengan kategori pembebanan seperti pada tabel 1. Namun, ditambahkan satu kategori lagi yaitu kategori 5 untuk konsentrasi lalu lintas berat seperti jalur umum transportasi bus atau kendaraan berat lainnya.

c. Lebar sambungan

Tabel 9 Parameter untuk lebar sambungan (J_w)

Lebar sambungan (mm)	Parameter
< 5	3
5 -- 10	1,5
10 -- 15	1
15 -- 20	1,5
> 20	2

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

d. Ketebalan *bedding*

Tabel 10 Parameter untuk tebal *bedding*(B_t)

Tebal *bedding* (mm)	Parameter
< 20	4
20 -30	2
30 - 50	1
50 - 70	2
> 70	4

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

e. Lapis pendukung

Tabel 11 Parameter untuk Lapisan Pendukung (L_{sr})

Sesuai	1	Tidak sesuai	4		
Butiran		Beraspal		Ikatan semen	
Pemadatan	Parameter	Kekakuan (Gpa)	Parameter	Kekuatan (N/mm^2)	Parameter
to series 800	1	< 2	2	< 20	2
spek. Lain	5	2 -- 3	1,2	20 - 30	1
tidak ada spek.	15	3 -- 4	1	30 - 40	0,9
		4 -- 6	0,9	> 40	0,8
		> 6	0,8		

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

f. *Workmanship*

Tabel 12 Parameter untuk *workmanship* (W)

Kategori	Parameter
Jelek	10
Sedang	3
Bagus	1

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

g. Kualitas batu alam

Tabel 13 Parameter untuk kualitas batu alam (Q)

Sesuai spek.	Parameter
Ya	1
Tidak	1,1

Sumber : *Natural Stone Surfacing, SCOTS*

h. Prosedur perhitungan

FI_{nsp} = (R_j atau R_{ju} atau R_b) x T x C_s x (J_w atau B_t) x L_{sr} x W x Q

i. Penggunaan *Failure Index (Failure Index = Risk Index)*

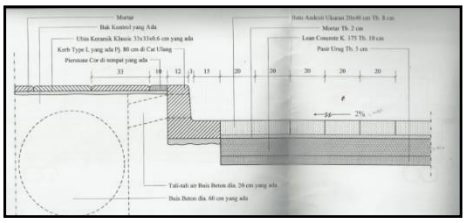
Jika nilai akhir didapat lebih dari 10, maka ada kemungkinan perkerasan tersebut akan mengalami kerusakan. Kerusakan ini diprediksi akan lebih dari sekadar kegagalan lokal dan cenderung memerlukan perbaikan menyeluruh bukan hanya pemeliharaan pada lapis permukaan saja.

IV. Analisis

IV.1. Kondisi Eksisting

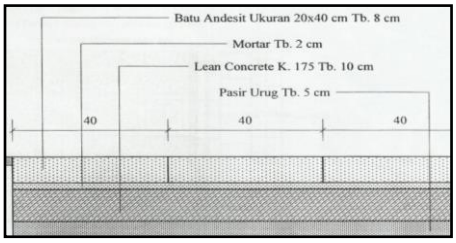
Jenis Struktur Perkerasan

Berdasarkan jenis konstruksi lapis permukaan dengan batu alam pada gambar di bawah, konstruksi yang digunakan pada Jl. Braga dapat diklasifikasikan pada jenis konstruksi kaku Hal ini dapat dilihat dari penggunaan material *bedding* dan *jointing* yang berupa mortar.



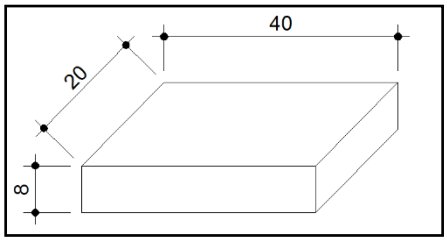
Gambar 6. Potongan Melintang

Sumber : Dinas Bina Marga Kota Bandung



Gambar 7. Susunan Struktur Perkerasan Jl. Braga

Sumber : Dinas Bina Marga Kota Bandung

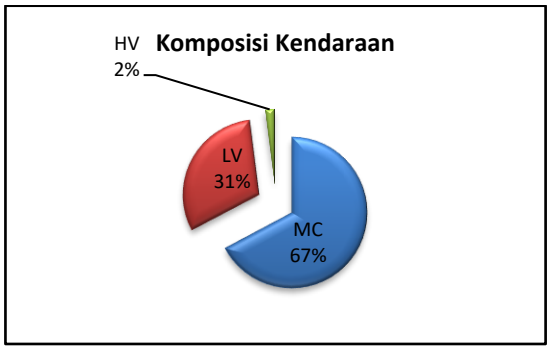


Gambar 8. Ilustrasi Elemen Batu

Sumber: Hasil survey

Seperti terlihat pada gambar, elemen menggunakan ukuran 40 x 20 x 8 cm dan memiliki luas permukaan 800 cm^2.

Ruas Jl. Braga yang menggunakan andesit hampir setiap hari dipadati oleh kendaraan. Pada jam sibuk, terjadi antrean kendaraan yang disebabkan antara lain oleh *on street parking* dan kerusakan jalan. *Onstreet parking* di Jl. Braga menghabiskan hampir setengah badan jalan, sehingga Jl. Braga yang awalnya 2 lajur hanya berfungsi 1 lajur saja. Selain itu, kerusakan perkersan di berbagai titik menyebabkan kendaraan bergerak perlahan untuk menghindari titik kerusakan tersebut. kendaraan yang mendominasi lalu lintas di Jl. Braga adalah kendaraan pribadi berjenis sepeda motor dan kendaraan ringan (mobil pribadi, *pick up* dan minibus). Berikut adalah presentasi komposisi kendaraan :



Gambar 9. Komposisi Kendaraan

Sumber : Hasil survei

Pada awalnya perubahan konstruksi menjadi batu andesit hanya diperuntukkan bagi sarana pedestrian. Namun, dalam realisasi, rencana tersebut tidak dapat dilakukan. Salah satu faktor yang menyebabkan terhambatnya realisasi tersebut adalah karena Jl. Braga merupakan satu-satunya akses menuju Jl. Lembong dan Naripan dari arah Cikapundung.

Sehingga, desain awal Jl. Braga yang hanya diperuntukkan untuk sarana pedestrian digunakan juga untuk lalu lintas kendaraan. Maka, tidak heran konstruksi Jl. Braga sering terjadi kerusakan karena konstruksi perkerasan yang sekarang dipakai untuk lalu lintas kendaraan memang tidak di desain untuk menerima beban kendaraan seperti terlihat pada komposisi kendaraan yang melintas di Jl. Braga

Kerusakan yang banyak terjadi pada ruas Jl. Braga adalah *debonding of jointing material*, *broken and damaged material*, *missing elements*, *depression or bumps*, dan *contamination*. Berikut adalah presentasi kerusakan dibandingkan dengan luas jalan yang menggunakan batu andesit pada ruas Jl. Braga :

Tabel 14 Rekapitulasi Presentasi Kerusakan Jl. Braga

Kerusakan	Luas	Presentasi
Debonding of jointing material	3185300	11,29
Depression and bumps	2614500	9,27
Missing elements	13200	0,05
Broken or damaged elements	171200	0,61
Contamination	80000	0,28
Jumlah	6064200	21,49

Sumber : Hasil survei

IV.2. Analisa Data

Lapisan struktur perkerasan yang tidak memenuhi persyaratan, antara lain :

Tabel 9 Perbandingan Desain dan Standard

Pembanding	**Desain**	**Min. Persyaratan**	**Keterangan**
Surface			
Ketebalan	8 cm	10 cm	Dalam BS, ketebalan termasuk ke dalam *setts*. Sehingga dalam proses analisa desain digunakan analisa untuk *setts*. Namun, untuk jangka panjang sebagai jalur lalu lintas, tebal elemen harus sesuai dengan minimal persyaratan.
Bedding			
Ketebalan	2 cm	2,5 cm – 4 cm	
Kekuatan	5 N/mm^2	10 N/mm^2	
Jointing	Max. 3 mm	Min. 8 mm	
Base			
Ketebalan	10 cm	15 cm	
Sub Base			
Ketebalan	5 cm	7,5 cm – 15 cm	
Metode pelaksanaan	-	Tabel 5.5	Tidak didapatnya data mengenai metode pelaksanaan menghambat analisa. Namun, melihat apa yang terjadi di lokasi tinjauan dan dari berbagai referensi, dapat dikatakan metode pelaksanaan tidak sesuai dengan standar.

Sumber : Hasil analisa

Risk index digunakan untuk menghitung apakah desain yang digunakan memiliki risiko tinggi saat masa layan atau tidak. Jika termasuk risiko tinggi maka diperlukan untuk me-*review* desain, mengganti beberapa besaran yang digunakan namun jika berisiko rendah maka desain dapat digunakan selama masa layan yang ditentukan.

Hasil *risk index* didapat angka 97,02 > 10. Angka ini menunjukkan bahwa desain yang digunakan memiliki risiko tinggi. Arti dari risiko tinggi adalah bahwa struktur perkerasan yang didesain tidak sesuai dengan apa yang direncanakan pada awalnya. Ketidaksesuaian ini dapat terletak pada elemen batu yang digunakan, beban yang melintas, ataupun faktor-faktor lainnya yang diperhitungkan dalam failure risk index. Dalam kasus Jl. Braga, faktor yang menyebabkan *risk index* > 10 adalah:

- tebal elemen batu yang digunakan
- kekuatan ikatan
- kekuatan *bedding*
- lebar sambungan
- kekuatan lapisan pendukung
- beban yang melintas

IV.3. Alternatif Solusi

Dari tiga tinjauan di atas, disimpulkan alternatif solusi terhadap permasalahan yang ada. Solusi tersebut adalah :

1. Dikembalikan ke peruntukkan awal yaitu menjadi sarana pedestrian
2. Jika tetap difungsikan sebagai jalur lalu lintas, maka langkah yang dapat dilakukan adalah :

a. Mengganti material lapisan *bed* dan material sambungan
b. Membatasi jenis kendaraan yang masuk
c. Melakukan rekonstruksi dengan ketebalan tiap lapisan sesuai standar
d. Melakukan re-desain

V. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa, nilai risk index yang didapatkan adalah sebesar 97,02. Nilai tersebut melebihi batas normal yaitu, 10. Ada beberapa alternatif solusi yang bisa dilakukan pada Jl. Braga agar nilai risk index mendekat normal. Alternatif solusi tersebut dapat dipisahkan menjadi dua kondisi yaitu kondisi menjadi sarana pedestrian saja dan kondisi tetap dipergunakan sebagai jalur lalu lintas. Jika dilakukan kondisi menjadi sarana pedestrian saja, dapat dilakukan penggantian material *bed* dan *jointing* serta proses perawatan perkerasan (*pavement maintenance*) dengan frekuensi yang lebih sering. Sedangkan, jika dilakukan kondisi sebagai jalur lalu lintas dapat dilakukan proses rekonstruksi agar tiap lapisan perkerasan mencapai kekuatan sesuai standard yang digunakan.

Daftar Pustaka

BS 7533 : 1992. *Guide For The Structural Design of Pavements Constructed With Clay or Concrete Block Pavers.* London: *British Standard Institution*.

BS EN 1342 : 2001. *Setts of natural stone for external paving. Requirements and test methods.* London: *British Standard Institution.*

Matheson, G.D. 1999. *The Characterisation and Specification of Natural Stone Setts for Streetscape Work.* Matlock Consulting Ltd.

SCOTS. 2004. *Natural Paving Stone Surfacing – Good Practice Guide*. Skotlandia.