

TUGAS AKHIR

“ PENGGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI KAWASAN PERMUKIMAN ”

(Studi Kasus : *Pembangunan Jalan Setapak Kota Cimahi pada DPKP Kota Cimahi*)

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapat
kan Gelar Sarjana (Strata-1) Program Studi Teknik Sipil*

Dosen Pembimbing

Dody Kusmana, ST., MT.

NIK. 432 200 168

Disusun Oleh :

Julian Hamdan Hanifah

2112191079



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SANGGA BUANA YPKP
BANDUNG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana (Strata-1)
Program Studi Teknik Sipil

JUDUL :

**“ PENGGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA
PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI
KAWASAN PEMUKIMAN ”**

Disusun Oleh :

Julian Hamdan Hanifah
2112191079

Disetujui dan Disahkan Oleh :

Dosen Pembimbing

Dody Kusmana, ST., MT.
NIK. 432.200.175

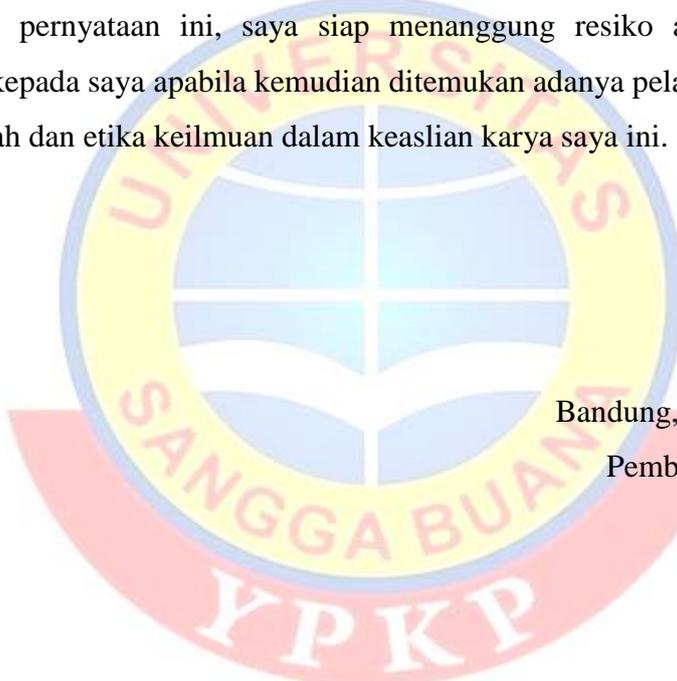
Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Sipil
Universitas Sangga Buana YPKP

Muhammad Syukri, ST., MT.
NIK. 432.200.200

SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENGGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI KAWASAN PEMUKIMAN”** sebagai salah satu syarat pada Fakultas Teknik program studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP secara keseluruhan merupakan hasil karya saya sendiri. Ada beberapa bagian dalam penulisan ini saya kutip dari tulisan orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah dan etika keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap norma kaidah dan etika keilmuan dalam keaslian karya saya ini.



Bandung, Februari 2023
Pembuat Pernyataan

Julian Hamdan Hanifah

2112191079

HALAMAN HAK CIPTA MAHASISWA S1

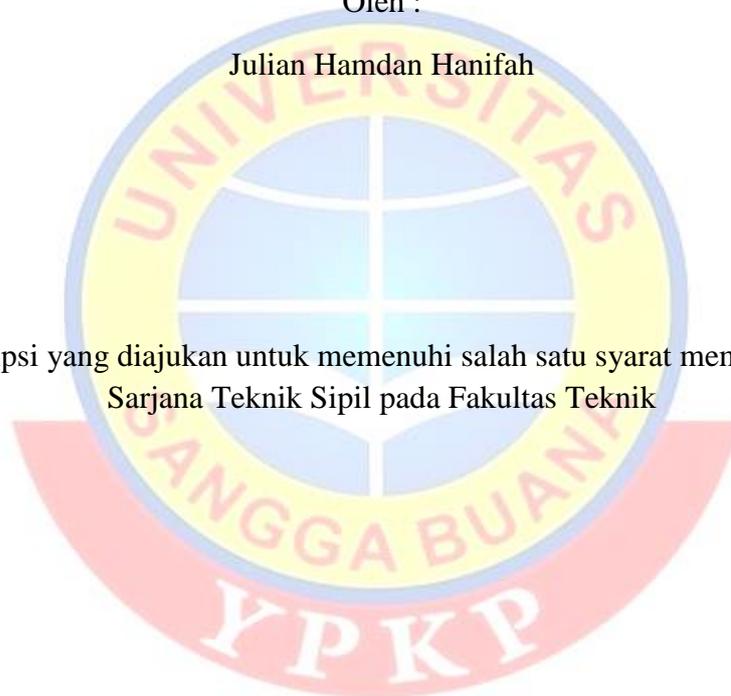
“PENGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI KAWASAN PEMUKIMAN ”

(Studi Kasus : *Pembangunan Jalan Setapak Kota Cimahi pada DPKP Kota
Cimahi*)

Oleh :

Julian Hamdan Hanifah

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik



© Julian Hamdan Hanifah 2023
Universitas Sangga Buana YPKP

Februari 2023

Hak Cipta dilindungi undang – undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
Dengan dicetak ulang, difotocopy, atau cara lainnya tanpa seizin dari penulis

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Julian Hamdan Hanifah adalah nama penulis skripsi ini. Penulis dilahirkan di Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat pada tanggal 28 Juli 2000. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Rosidi dan Ibu Trima Astuti, Penulis berjenis kelamin laki-laki.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Negeri 3 Cibeber dan lulus pada tahun 2012, melanjutkan ke SMP Negeri 8 Cimahi dan lulus pada 2015, serta SMK Negeri 2 Cimahi dengan jurusan Teknik Mekatronika dan lulus pada 2018, hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Fakultas Teknik dengan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP dan dapat lulus tahun 2023.

Penulis pengalaman kerja di CV. Wectho Indonesia sebagai drafter pada tahun 2018 sampai dengan 2019, lalu bekerja di Pemerintahan Kota Cimahi pada Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman pada Bidang Sarana dan Prasarana Perumahan dan Permukiman di Seksi Prasarana Sarana Utilitas (PSU) sebagai Tenaga Harian Lepas dari tahun 2019 hingga sekarang.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul “PENGGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI KAWASAN PEMUKIMAN” dengan studi di Dinas Perumahan Dan Kawasan Permukiman.

ABSTRAK

Kepadatan penduduk pada Kota Cimahi semakin tinggi seiring jumlah penduduk yang terus mengalami penambahan, sedangkan luas lahannya tidak mengalami penambahan, sesuai Data Konsolidasi Bersih Semester I Dinas Kependudukan serta Catatan Sipil Kota Cimahi, tahun 2021 jumlah penduduk Kota Cimahi mencapai 560.512 jiwa dengan kepadatan 13.850 jiwa/km² dan akan terus meningkat. Maksud dari pembangunan jalan setapak paving block yaitu melakukan pembangunan dan rehabilitasi jalan setapak atau jalan lingkungan yang ada di wilayah kelurahan se Kota Cimahi serta mempunyai tujuan yaitu meningkatkan kualitas dan kuantitas kelengkapan infrastruktur lingkungan perumahan dan permukiman yang menunjang pembangunan.

Kata kunci : pembangunan, rehabilitasi, jalan setapak, paving block

ABSTRACT

The population density in Cimahi City is getting higher as the number of residents continues to increase, while the land area has not increased, according to Semester I Net Consolidated Data from the Population and Civil Registry Office for Cimahi City, in 2021 the population of Cimahi City will reach 560,512 people with a density of 13,850 people/ km² and will continue to increase. The purpose of the construction of paving block walkways is to carry out the construction and rehabilitation of footpaths or environmental roads in the sub-district area of Cimahi City and has the goal of increasing the quality and quantity of complete housing and settlement environmental infrastructure that supports development.

Keyword : construction, rehabilitation, walkways, paving block

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penyusun sampaikan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat-Nya dan rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“PENGGUANAAN BAHAN MATERIAL PAVING BLOCK PADA PEMBANGUNAN ATAU REHABILITASI JALAN SETAPAK DI KAWASAN PERMUKIMAN”**, guna memenuhi syarat akademis dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata-1) Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sangga Buana (YPKP).

Akhirnya Penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing dalam pelaksanaan penyusunan Topik Khusus ini, khususnya kepada :

1. Kedua Orang Tua yang telah memberikan motivasi, bimbingan dan arahan serta dorongan baik moril, spiritual, maupun materil.
2. Dr. Didin Saepudin, SE.,M.Si. selaku Rektor Universitas Sangga Buana YPKP- Bandung.
3. Dr. Teguh Nurhadi Suharsono, ST.,MT. selaku Wakil Rektor I Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
4. Bambang Susanto, SE.,M.Si. selaku Wakil Rektor II Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
5. Nurhaeni Sikki, S.A.P.,M.A.P. selaku Wakil Rektor III Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
6. Slamet Risnanto, ST.,M.Kom. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
7. Muhammad Syukri, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
8. Ir. Yanti Irawati, ST.,MT. sebagai Dosen Wali Kelas D Angkatan 2019 Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.

9. Dody Kusmana,ST.,MT.sebagai Dosen Pembimbing yang telah memotivasi dan membimbing selama melakukan proses pengerjaan Topik Khusus dan Tugas Akhir.
10. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung.
11. Rekan-rekan seangkatan yang senantiasa saling mendukung dalam penyusunan laporan ini.
12. Pihak-pihak lain yang telah banyak membantu dalam pengerjaan laporan ini, yang tidak dapat Penyusun sebutkan satu persatu, atas segala kebaikan dan bantuannya selama ini.

Dalam penyajian yang sederhana ini, Penyusun menyadari bahwa laporan ini banyak memiliki kekurangan yang dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Untuk itu Harapan Penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi setiap pembaca dan setiap kritik yang bersifat membangun bagi Penyusun, yang merupakan satu langkah untuk meningkatkan mutu Penyusunan laporan.

Bandung, Februari 2023

Julian Hamdan Hanifah
NPM. 2112191079

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERNYATAAN KEABSAHAN.....	ii
HALAMAN HAK CIPTA MAHASISWA S1	iii
RIWAYAT HIDUP PENULIS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Maksud Dan Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Manajemen Proyek.....	5
2.2 Manajemen Material Konstruksi	6
2.2.1 Pengertian Manajemen Material Konstruksi.....	6
2.2.2 Maksud Dan Tujuan Manajemen Material Konstruksi.....	7
2.2.3 Perencanaan Kebutuhan Material Konstruksi	10
2.2.4 Organisasi Dalam Pelaksanaan Manajemen Material.....	12
2.2.5 Tahapan Pelaksanaan Manajemen Material	14
2.2.5.1 Tahapan Pengadaan Material	14
2.2.5.2 Tahapan Penyimpanan Material.....	14
2.2.5.3 Tahapan Penanganan Material	15
2.2.5.4 Tahapan Pemakaian Material	15
2.2.6 Pengelolaan Sisa-Sisa Material Konstruksi	16

2.2.6.1	Jenis-Jenis Sisa Material Konstruksi	16
2.2.6.2	Klasifikasi Sisa Material Konstruksi	17
2.3	Bahan Material Konstruksi.....	19
2.3.1	Pengertian Bahan Material.....	19
2.3.2	Klasifikasi Bahan Material Konstruksi	20
2.3.3	Karakteristik Bahan Material Konstruksi	21
2.4	Material Perkerasan Jalan.....	22
2.4.1	Bahan Material Aspal.....	23
2.4.1.1	Pengertian Aspal.....	23
2.4.1.2	Sumber Aspal	24
2.4.1.3	Sifat Aspal	25
2.4.1.4	Jenis-Jenis Aspal	27
2.4.2	Bahan Material Rabat Beton	29
2.4.2.1	Pengertian Beton	29
2.4.2.2	Kelebihan Dan Kekurangan Rabat Beton	31
2.4.2.3	Beton Ringan	31
2.4.2.3	Beton Non Pasir.....	32
2.4.3	Bahan Material Paving Block	36
2.4.3.1	Pengertian Paving Block	36
2.4.3.2	Keuntungan Dan Kerugian Material Paving Block.....	37
2.4.3.3	Syarat Mutu Material Paving Block.....	38
2.4.3.4	Bahan-Bahan Penyusun Paving Block.....	39
2.4.3.5	Pengujian Paving Block	45
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1	Metode Penelitian.....	49
3.2	Lokasi Penelitian	49
3.3	Pemilihan Data	50
3.4	Jenis Data	50
3.5	Sumber Data	51
3.6	Metode Pengumpulan Data	51

3.7	Metode Analisis Data	53
3.8	Kerangka Metodologi.....	55
BAB IV PEMBAHASAN.....		56
4.1	Deskripsi Lokasi Penelitian.....	56
4.2	Hasil Wawancara Penelitian.....	56
4.3	Konsep Perencanaan Jalan Setapak.....	61
4.3.1	Tahapan Persiapan	61
4.3.2	Tahap Survey Lapangan dan Pengumpulan Data	61
4.3.3	Tahap Analisis.....	63
4.3.4	Konsep dan Prinsip Perencanaan Rehabilitasi Jalan Setapak	64
4.3	Spesifikasi Paving Block Untuk Pembangunan Jalan Setapak	65
4.4	Bahan - Bahan Pendukung Dalam Pembangunan Jalan Setapak Paving Block	66
4.5	Perhitungan Kebutuhan Bahan – Bahan Material Jalan Setapak Paving Block	68
4.5.1	Jalan Setapak Paving Block Lebar 60 Cm	68
4.4.2	Jalan Setapak Paving Block Lebar 80 Cm	69
4.4.3	Jalan Setapak Paving Block Lebar 100 Cm	71
4.4.4	Jalan Setapak Paving Block Lebar 120 Cm	72
4.4.5	Jalan Setapak Paving Block Lebar 140 Cm	73
4.6	Lokasi Dan Volume Titik Lokasi Pembangunan Jalan Setapak Paving Block	74
4.7	Analisis Perbandingan Bahan – Bahan Material Perkerasan Jalan	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		88
5.1	KESIMPULAN	88
5.2	SARAN	89
DAFTAR PUSTAKA		90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Organisasi Dalam Pelaksanaan Manajemen Konstruksi	12
Gambar 2. Metode Analisa Data	54
Gambar 3. Kerangka Metedologi	55
Gambar 4. Paving block Truepave	66
Gambar 5. Jalan Setapak Paving Block Lebar 60 Cm.....	68
Gambar 6. Jalan Setapak Paving Block Lebar 80 Cm.....	69
Gambar 7. Jalan Setapak Paving Block Lebar 100 Cm.....	71
Gambar 8. Jalan Setapak Paving Block Lebar 120 Cm.....	72
Gambar 9. Jalan Setapak Paving Block Lebar 140 Cm.....	73
Gambar 10. Dokumentasi Jalan Setapak Paving Block	79
Gambar 11. Grafik Hasil Wawancara, Survey Dan Studi Literatur	87

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Standart Pengujian dan Persyaratan Aspal Pen. 60/70 (Standar Nasional Indonesia No. 1737- 1989- F)	25
Tabel 2. Sifat Bata Beton atau Paving Block	38
Tabel 3. Presentase berat butir yang lolos saringan	43
Tabel 4. Serapan Air Maksimum	48
Tabel 5. Lokasi Pembangunan Jalan Setapak Paving Block.....	75
Tabel 6. Perkiraan Estimasi Biaya Perkerasan Jalan Aspal	80
Tabel 7. Perkiraan Estimasi Biaya Perkerasan Jalan Paving Block	81
Tabel 8. Perkiraan Estimasi Biaya Perkerasan Jalan Rabat Beton	81

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kepadatan penduduk pada Kota Cimahi semakin tinggi seiring jumlah penduduk yang terus mengalami penambahan, sedangkan luas lahannya tidak mengalami penambahan, sesuai Data Konsolidasi Bersih (DKB) Semester I Dinas Kependudukan serta Catatan Sipil (Disdukcapil) Kota Cimahi, tahun 2021 jumlah penduduk Kota Cimahi mencapai 560.512 jiwa dengan kepadatan 13.850 jiwa/km² dan akan terus meningkat.

Dengan adanya peningkatan kepadatan penduduk yang terus meningkat di Kota Cimahi akan berdampak pada pembangunan di kawasan permukiman, kepadatan penduduk di kawasan permukiman berdampak pada kurangnya lahan resapan yang mengakibatkan pada saat curah hujan yang cukup tinggi akan selalu terjadinya banjir karena kurangnya lahan resapan maka oleh itu butuh perencanaan penataan ruang yang baik.

Untuk rangka mewujudkan perumahan dan permukiman yang layak dalam kawasan yang sehat, nyaman, serasi serta tertib sehingga pemerintah Kota Cimahi sudah banyak melaksanakan pembangunan guna meningkatkan mutu serta kuantitas Prasarana serta Sarana Umum Perumahan dan Permukiman (PSU), antara lain berbentuk sarana jalan setapak paving blok.

Seperti yang tercantum pada Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2021 tentang penataan ruang yaitu penataan ruang sebagai suatu sistem perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan antara yang satu dan yang lain dan harus dilakukan sesuai dengan kaidah penataan ruang sehingga diharapkan dapat mewujudkan pemanfaatan ruang yang berhasil guna dan berdaya guna serta mampu mendukung pengelolaan lingkungan hidup yang berkelanjutan dan tidak terjadi pemborosan pemanfaatan ruang dan tidak menyebabkan terjadinya penurunan kualitas ruang.

Pelaksanaan pekerjaan pembangunan jalan setapak paving blok ini diikuti sertakan partisipasi masyarakat di sekitar lokasi pekerjaan pembangunan paving blok jalan setapak serta untuk lokasi pembuatan atau perbaikan ini hasil dari usulan masyarakat melalui musrenbang (Musyawarah Rencana Pembangunan). Pada tahun anggaran 2022 ini pembangunan paving blok dilaksanakan di Kota Cimahi dengan melalui paket belanja pemasangan paving blok untuk pembangunan jalan setapak.

Maksud dari pembangunan jalan setapak paving block yaitu melakukan pembangunan dan rehabilitasi jalan setapak atau jalan lingkungan yang ada di wilayah kelurahan se Kota Cimahi serta mempunyai tujuan yaitu meningkatkan kualitas dan kuantitas kelengkapan infrastruktur lingkungan perumahan dan permukiman yang menunjang pembangunan.

Sasaran yang ingin dicapai dari pekerjaan ini adalah terbangunnya jalan setapak dengan pasangan paving blok dengan total paving $\pm 6000 \text{ m}^2$ di beberapa titik lokasi sesuai dengan gambar rencana teknis, rencana kerja dan syarat, rencana anggaran biaya dan metode pelaksanaan yang memenuhi persyaratan teknis serta memenuhi persyaratan kesehatan, kenyamanan, keamanan dan keselamatan.

Pembangunan jalan setapak paving block ini harus selaras dengan kebutuhan yang ada di masyarakat agar penerapan penataan ruang bejalan dengan baik serta menunjang seluruh kebutuhan di masyarakat dalam membangun perekonomian di wilayah tersebut atau pembangunan di kawasan permukiman menjadi lebih baik dan efisien.

Dalam pembangunan jalan setapak menggunakan material paving block dipilih karena dalam pembangunannya tidak terlalu memakan waktu dan mempunyai fungsi lain selain agar jalan setapak menjadi baik dan terlihat rapih yaitu dapat meresap air yang ada di atas permukaan agar tidak terjadi banjir karena kurangnya lahan resapan, serta dalam perbaikan atau rehabilitas jalan setapak yang menggunakan paving block bisa lebih cepat dan biaya pengeluaran lebih murah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini seperti berikut:

- Bahan material apa yang lebih baik digunakan untuk pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak ?
- Bagaimana penggunaan bahan material paving block dapat lebih efisien untuk pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak ?
- Apakah pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block telah sesuai dengan penataan ruang di Kota Cimahi ?

1.3 Maksud Dan Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu :

- Dapat mengetahui bahan material yang baik untuk digunakan dalam pembangunan jalan setapak.
- Dapat mengetahui seberapa efisien pembangunan jalan setapak dengan menggunakan bahan material paving block.
- Dapat mengetahui bagaimana hasil penerapan penataan ruang pada pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block di Kota Cimahi.

1.4 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi kesalahpahaman terhadap penelitian ini maka di perlukan batasan yang bertujuan untuk membatasi penelitian ini yaitu :

- Penelitian ini di batasi hanya pekerjaan jalan setapak dengan material paving block.
- Dalam penelitian ini permasalahan di luar pekerjaan operasional tidak dibahas.
- Penelitian ini hanya mengevaluasi pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block dilingkungan Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Cimahi.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulis membuat sebuah kerangka sistematika penulisan sebagai acuan untuk mempermudah dalam pembahasan pokok-pokok bahasan dalam penulisan ini yaitu sebagai berikut. Adapun sistematika penelitian ini, yaitu sebagai berikut.

a. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, maksud dan tujuan, metode penyusunan, dan sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum, pengenalan, data-data, dan deskripsi dari proyek tempat pengamatan dilakukan.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi landasan teori yang digunakan dalam menganalisis data analisis serta metoda dalam sistem penelitian ini.

d. BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi pemaparan dari penulis terkait penelitian yang akan dijelaskan dari permasalahan dalam penelitian ini.

e. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh penulis selama melakukan kegiatan pengamatan di lapangan, serta saran yang diberikan oleh penulis kepada para pembaca.

f. LAMPIRAN

Pada bagian Lampiran ini berisi data-data pelengkap, seperti lembar bukti pelaksanaan kegiatan, gambar kerja, dan lampiran lainnya yang dibutuhkan sebagai kelengkapan penulisan ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Manajemen Proyek

Menurut Soehendradjati (1987) Manajemen proyek adalah kelompok yang menjalankan fungsi manajemen dalam proses konstruksi (tahap pelaksanaan), suatu fungsi yang akan terjadi dalam setiap proyek konstruksi. Pelaksanaan Manajemen Konstruksi yang baik dan sesuai prosedur maka akan menghasilkan konstruksi yang bagus. Pelaksanaan Manajemen Konstruksi dalam sebuah proyek pembangunan yaitu :

1. Memonitoring setiap pekerjaan
2. Mengawasi setiap pekerjaan
3. Menilai hasil pekerjaan

Pada sebuah proyek pembangunan, manajemen yang baik sangat dibutuhkan khususnya Manajemen Konstruksi yang sangat berpengaruh terhadap proses konstruksi. Manajemen Konstruksi ada untuk mengelola serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan agar mendapatkan hasil yang baik. Adapun beberapa penjelasan mengenai manajemen konstruksi antara lain :

- a. Manajemen proyek adalah suatu kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu. Manajemen proyek ini juga mempergunakan personel perusahaan untuk ditempatkan pada tugas tertentu dalam proyek (Budi Santoso, 2003).
- b. Manajemen Proyek adalah suatu aplikasi sumber daya yang mencakup pengetahuan, peralatan, dan teknik untuk merancang aktivitas proyek dan kebutuhan proyek (Olson, 2003).
- c. Manajemen Proyek adalah suatu manajemen yang lebih sederhana, yang operasi-operasinya berulang dimana pasar dan teknologinya dapat diprediksi, ada kepastian tentangantisipasi hasil, lebih sedikit organisasi yang dilibatkan (Nicholas, 2001).

- d. Manajemen Proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu (Ervianto, 2003).
- e. Manajemen konstruksi adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal (Soeharto, 1995).

Perlu diperhatikan pula mengenai mutu bangunan, biaya yang digunakan dan waktu pelaksanaan. Dalam rangka pencapaian hasil ini, selalu diusahakan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan waktu (*time control*), dan pengawasan penggunaan biaya (*cost control*), dari ketiga kegiatan pengawasan ini harus dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan. Penyimpangan yang terjadi dari salah satu hasil kegiatan pengawasan dapat berakibat hasil pembangunan tidak sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan (Djojowiriono, 1991).

2.2 Manajemen Material Konstruksi

2.2.1 Pengertian Manajemen Material Konstruksi

Konsep yang mendasari teknik-teknik yang dikumpulkan dan disatukan dalam nama MRP (Material Requirements Planning) telah dikenal sejak akhir dasawarsa pada tahun 1960-an yang ditemukan oleh Joseph Orlicky dari *J.I Case Company*. Perencanaan kebutuhan bahan (*Material Requirement Planning*) adalah suatu metode untuk menentukan bahan atau komponen-komponen apa yang harus dibuat atau dibeli, berapa jumlah yang dibutuhkan, dan kapan dibutuhkan (Husen, 2011).

Manajemen material didefinisikan sebagai suatu sistem manajemen yang diperlukan untuk merencanakan dan mengendalikan mutu material, jumlah material dan penempatan peralatan yang tepat waktu, harga yang baik dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan (Bell and Stukhart 1986).

Adapun pengertian manajemen banyak dikemukakan oleh para ahli, antara lain sebagai berikut :

- a. Menurut Asnudin, 2009, manajemen merupakan suatu proses merencanakan, melaksanakan, dan mengendalikan sumberdaya (tenaga kerja, peralatan, material dan biaya) dan kegiatan untuk mencapai tujuan tertentu dengan efektif dan efisien.
- b. Menurut Garold D. Oberlender, 1993, *“the art and science of coordinating people, equipment, materials, money, and schedules to complete a specified project on time and within approved cost”*.

Menurut Dobler (1990), manajemen material merupakan perpaduan dari berbagai aktifitas yang cara pelaksanaannya merupakan manajemen terpadu, dimana prosesnya dimulai sejak tahap pengadaan material sampai diolah menjadi suatu bahan yang siap pakai, dalam proyek konstruksi, manajemen material umumnya meliputi tahap pengadaan, penyimpanan, penanganan dan pemakaian material.

2.2.2 Maksud Dan Tujuan Manajemen Material Konstruksi

Manajemen material tidak hanya mencakup pembelian material saja, tetapi meliputi segala aktivitas yang bertalian dengannya seperti pengangkutan dan pengiriman, penentuan rute dan jenis transportasi, penanganan material dan peralatan, pertanggungjawaban serta penyimpanan barang, dokumentasi penerimaan rampung dan pelepasan paling akhir dari barang kelebihan pada akhir pekerjaan (Barrie, 1993).

Manajemen material dalam industri konstruksi dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Perencanaan dan penjadwalan material
- b. Pembelian dan pengiriman material
- c. Pemeriksaan dan quality control material
- d. Penyimpanan dan pengawasan material
- e. Penanganan dan distribusi material

Fungsi dari manajemen material yang baik menurut Bell dan Stukhart (1986) adalah:

- a. Naiknya produktifitas, pekerja dapat merencanakan pekerjaan mereka, material dapat diperoleh saat dibutuhkan, dan pekerjaan ulang (*rework*) dapat diminimalkan.
- b. Mengurangi pemesanan yang berlebihan.
- c. Meningkatkan kinerja pemasok material saat pengiriman, kualitas dan penghematan biaya.
- d. Meningkatkan kemampuan untuk memenuhi jadwal pelaksanaan.
- e. Mengurangi kemungkinan material yang ditolak (kualitas tidak memenuhi syarat atau spesifikasi atau salah memilih material).

Pengendalian material mencakup faktor-faktor yang saling berhubungan, yaitu kualitas, kuantitas, akuisisi, jadwal dan biaya. Dalam pengendalian material ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

- a. Pembelian material (Ahuja,1980)

Pemesanan pembelian diawali oleh superintenden konstruksi dan mengajukan ke bagian pembelian untuk melakukan pengadaan material yang diperlukan. Pemesanan dilakukan melalui *cost engineer* yang bertanggung jawab untuk membandingkan pemesanan dengan *bill of materials* dan spesifikasinya yang kemudian di kirim ke departemen pembelian untuk ditinjau ulang.

Ketika barang yang dipesan tidak ada atau menyimpang dari *bill of materials* yang asli, maka *cost engineer* bertanggung jawab untuk memberitahu manajer terhadap situasi yang ada. Pemesanan harus akurat, lengkap dan jelas menyatakan apa yang dibutuhkan untuk menjamin pembelian dilakukan pada material yang tepat. Pemesanan juga harus memasukkan seluruh informasi yang dibutuhkan oleh penawar seperti kebutuhan jadwal pengiriman, tipe pengepakan, lokasi tempat pengiriman, transportasi yang digunakan dan sebagainya agar dapat dihitung biaya materialnya.

Purchasing personel bekerja sama dengan engineering personel di kantor pusat untuk menentukan kontrak pembelian sehingga didapatkan jumlah dan kualitas yang dibutuhkan dengan harga terendah. Setelah penawaran diterima, dilanjutkan dengan penandatanganan kontrak dengan pemasok. Pemasok diberitahu tempat pengiriman yang paling baik, apakah langsung ke lokasi proyek ataukah langsung ke gudang.

b. Memeriksa kebenaran penerimaan material (Ahuja,1980)

Material yang dipesan kepada pemasok, baik menyangkut jumlah, jenis dan kualitas dari material tersebut apabila diterima harus diperiksa kebenarannya. Pemeriksaan ini dapat dilakukan oleh staf yang bertanggung jawab terhadap penerimaan material. Sebelum material yang datang dibongkar, maka harus diperiksa kebenarannya apakah sesuai dengan pesanan dan perincian tanda bukti pengiriman material dari pemasok. Apabila tidak sesuai ataupun kurang, maka pemesan dapat mengembalikan material tersebut dan kekurangannya dapat dipesan kembali.

c. Pengendalian Persediaan

Fungsi suatu pengendalian persediaan dari suatu perusahaan adalah menyediakan barang-barang yang dibutuhkan dalam jumlah dan kualitas sesuai dengan waktu yang ditentukan dengan biaya dan cara yang paling ekonomis dan menguntungkan (PPM 1998). Menurut Stukhart (1995), ada beberapa hal yang perlu dikendalikan dalam *stock control*, yaitu :

- Mengurangi kelebihan *bulk material* (material curah)
- Menentukan tindakan yang perlu diambil untuk mengatasi kekurangan material.

Manajemen material bukan hanya suatu fungsi atau organisasi tetapi suatu sistem atau proses. Sistem manajemen material merupakan suatu pendekatan organisasi untuk menyelesaikan permasalahan material yang memerlukan kombinasi kemampuan manajerial dan teknis, (Magad dan Amos, 1989). Yang termasuk dalam sistem material adalah :

- Material itu sendiri
- Komputer dan program pendukungnya

- Kantor pusat
- Petugas pengelola material di site
- Gudang, transportasi
- Identifikasi barang secara otomatis
- EDI (*Electronic Data Interchange*)
- Fasilitas material *handling*

2.2.3 Perencanaan Kebutuhan Material Konstruksi

Material Requirement Planning (MRP) adalah metode perencanaan kebutuhan material dalam proses produksi untuk menjaga tingkat persediaan material produksi pada waktu penggunaan material sehingga dapat meminimalisasi investasi persediaan material. Input dari MRP adalah master schedule, bill of materials, lead time dan syarat permintaan barang, jumlah persediaan yang masih ada dan jumlah minimum yang ditetapkan. Sedangkan output dari MRP adalah waktu, jenis, dan kuantitas permintaan dari berbagai jenis barang (Ervianto, 2004).

Adapun langkah mendasar pada proses pengolahan MRP menurut Nasution dan (Prasetyawan, 2008) dalam Pancawati adalah sebagai berikut:

- a. *Ekspllosion* (perhitungan kebutuhan kotor);
- b. *Netting* (perhitungan kebutuhan bersih);
- c. *Lotting* (penentuan ukuran lot);
- d. *Offsetting* (penetapan besarnya *lead time*).

Metode yang dapat digunakan dalam menentukan ukuran pemesanan diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. *Lot-For-Lot* (L-4-L)

Teknik penetapan ukuran lot dengan ini dilakukan atas dasar pesanan diskrit, disamping itu teknik ini merupakan cara paling sederhana dari semua teknik ukuran lot yang ada yang bertujuan untuk meminimumkan ongkos simpan, sehingga dengan teknik ini

ongkos simpan menjadi nol (Nasution dan Prasetyawan, 2008 (dalam Pancawati, 2010)).

b. *Economic Order Quantity* (EOQ)

Dalam teknik EOQ besarnya ukuran lot adalah tetap. Namun perhitungannya sudah mencakup biaya-biaya pesan serta biaya-biaya simpan (Nasution dan Prasetyawan, 2008 (Pancawati, 2010)). Perumusan yang dipakai dalam teknik ini adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DK}{h}}$$

Dengan :

D : Rata-rata Kebutuhan

K : Biaya pesan per pesan

h : biaya simpan per unit per periode

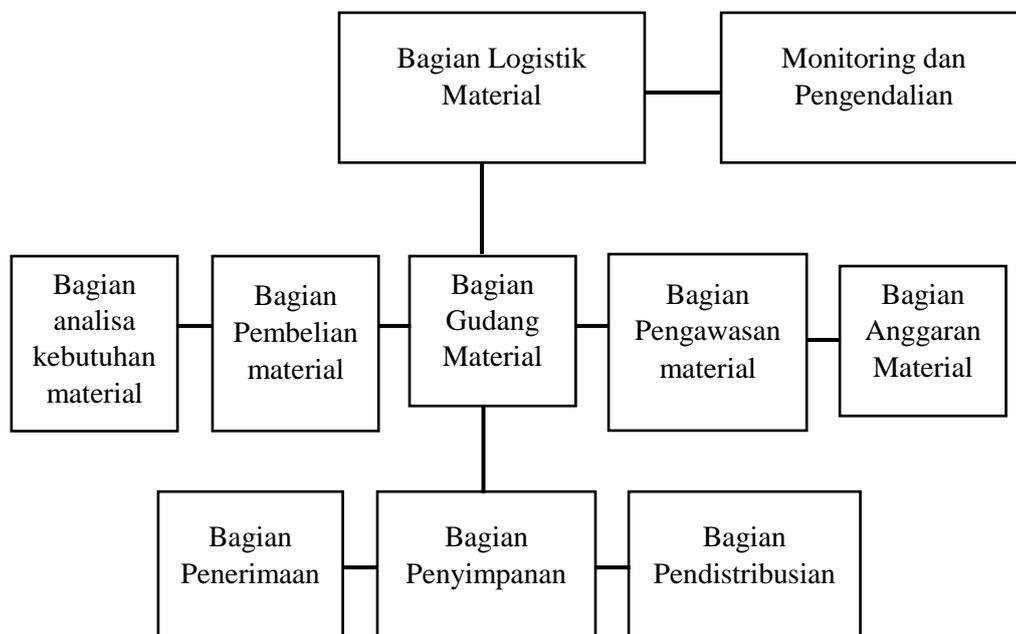
Perencanaan sistem harus dapat mengintegrasikan, mengkoordinasikan, dan mengendalikan semua komponen sistem manajemen material, diperlukan perencanaan yang terpisah untuk setiap komponen mulai dari perhitungan material, pembelian, pemeriksaan, pengangkutan, operasi lapangan, penyimpanan dan lain sebagainya. Berikut termasuk syarat-syarat perencanaan kebutuhan material konstruksi :

- a. Harus dikembangkan dari dan dicantumkan ke perencanaan proyek.
- b. Harus dimulai sebelum proyek dikerjakan dan dikembangkan bersamaan dengan pelaksanaan proyek.
- c. Harus mencerminkan kebijaksanaan perusahaan, prioritas dan kebutuhan pengguna.
- d. Harus dikoordinasi dengan perencanaan yang lain.
- e. Harus ada komitmen untuk mencapai sukses dari anggota project team yang lain, khususnya bagian teknik dan pelaksana. Hal ini membutuhkan keterlibatan, pelatihan dan komunikasi.

- f. Mencakup suatu penjadwalan yang sesuai dengan persyaratan teknis dan pelaksanaan, jika penundaan dan faktor lainnya diperhitungkan, maka harus juga tercermin dalam penjadwalan ini.
- g. Mampu meramalkan kondisi yang akan datang dan mungkin dilakukan perubahan bila diperlukan.
- h. Disajikan dalam bentuk yang dapat dengan mudah diterapkan oleh pelaksana, mandor, bila mungkin oleh pekerja.
- i. Tanggung jawab harus dipertegas bagi semua material yang digunakan termasuk fasilitas sementara, bahan habis pakai, material konstruksi sementara.

2.2.4 Organisasi Dalam Pelaksanaan Manajemen Material

Suatu organisasi manajemen material pada proyek konstruksi dilengkapi oleh bagian-bagian organisasi yang dapat melakukan pekerjaannya menurut fungsi yang diperlukan secara terpadu. Berikut Struktur Organisasi Manajemen Material (Bowersox, 1986)



Gambar 1. Organisasi dalam pelaksanaan manajemen konstruksi

Tugas dan tanggung jawab setiap bagian organisasi adalah sebagai berikut :

- Bagian analisa kebutuhan material :
 - Membuat analisa kebutuhan material.
 - Menentukan besarnya persediaan.
 - Menentukan kualitas material.
- Bagian pembelian material:
 - Mengontrol pada pengiriman material sesuai dengan kebutuhan.
 - Menggunakan biaya investasi yang sesuai.
 - Penawaran harga material serendah mungkin.
 - Pemesanan sesuai berdasarkan jumlah kebutuhan.
 - Pemilihan vendor yang baik.
- Bagian pengawasan dan pengendalian material:
 - Melaporkan keadaan material pada bagian pembelian.
 - Mempersiapkan jadwal pengiriman material.
 - Mengawasi pengiriman material.
 - Mengawasi penyimpanan material.
 - Mengawasi pendistribusian material.
- Bagian anggaran material :
 - Mencatat biaya pengeluaran material.
 - Pembayaran pada vendor.
 - Memberikan laporan biaya pada bagian pengadaan.
- Bagian gudang material :
 - Melakukan penerimaan material.
 - Melakukan pendistribusian material.

2.2.5 Tahapan Pelaksanaan Manajemen Material

2.2.5.1 Tahapan Pengadaan Material

Pengadaan material merupakan antisipasi terhadap ketersediaan material di pasaran. Hal ini dilakukan agar material selalu siap saat di perlukan. Kegiatan ini meliputi :

- a. Membuat perkiraan kebutuhan volume serta jenis material yang akan digunakan, berserta spesifikasi yang jelas bila perlu diberikan juga spesifikasi material cara lain untuk bahan yang sulit dihasilkan. membuat jadwal pengiriman material ke lokasi sesuai jadwal pelaksanaan di lapangan, menyampaikan kebutuhan kepada bagian pengadaan atau pengendalian untuk dipesankan sesuai kebutuhan.
- b. Memilih *supplier* diutamakan yang telah berpengalaman dan sesudah itu baru dipertimbangkan faktor harga.
- c. Menyiapkan dan menerbitkan surat perintah pembelian
- d. Melaksanakan pembelian dengan pemesanan yang terencana terlebih dahulu, sehingga pengiriman selalu sesuai dengan jadwal proyek. Perlu diatur agar material yang sesuai jadwal pemakaian material tersebut (Thomas, 1989). Komunikasi antara kontraktor dan supplier harus terjalin dengan baik, supaya tidak terjadi kesalahan dalam pengiriman.

2.2.5.2 Tahapan Penyimpanan Material

Setiap material mempunyai karakteristik yang berbeda-beda, sehingga membutuhkan penanganan dalam hal penyimpanan yang berbeda pula, agar tidak menimbulkan sisa material yang tidak diinginkan. Hal-hal lain yang perlu diperhatikan adalah :

- a. Menyimpan material dengan rapi di gudang agar tidak bercampur dengan material lain sehingga tak mudah rusak. untuk material yang mudah rusak atau pecah perlu dipisahkan menggunakan material berat yang lain
- b. Gudang penyimpanan harus bebas dari ancaman bahaya kebakaran, pencurian, perusakan dan bebas dari bahaya banjir.

- c. Perlu diperhatikan juga daerah disekitar lokasi proyek yang dibutuhkan buat tempat penyimpanan alat-alat berat, material-material seperti besi beton, pasir, batu bata, batu pecah dan jalur arus material berasal lokasi penyimpanan ke kantor.
- d. Arus masuk keluar barang harus diatur dengan baik, misalnya penyimpanan semen yang harus berdasarkan FIFO (*First in first out*) atau masuk pertama. Cara ini untuk mencegah material yang tidak tahan lama, agar tidak rusak sebelum dikeluarkan.
- e. Semua barang yang disimpan dalam gudang, sedapat mungkin mudah untuk diambil atau dicari ketika akan digunakan, untuk itu sedapat mungkin setiap material diberi tanda atau label (Nugraha, 1985).

2.2.5.3 Tahapan Penanganan Material

Setiap material yang tiba di lokasi perlu ditangani dengan baik, agar tidak menimbulkan sisa material. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Menurunkan muatan material dengan hati-hati, sehingga tidak terjadi banyak material yang rusak.
- Menerima serta memeriksa material, hal ini dilakukan buat mencegah terjadinya penerimaan material yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta, volume yang kurang dan material yang rusak berasal supplier.
- Melakukan penumpukan material dengan benar, baik jumlah penumpukan yang diperbolehkan sesuai dengan rekomendasi pabrik maupun metode penumpukan.
- Pemindahan material asal tempat penyimpanan ke kantor harus dilakukan dengan hati-hati.

2.2.5.4 Tahapan Pemakaian Material

- a. Memakai peralatan kerja kurang memadai maupun budaya kerja yang kurang baik (Gavilan, 1994).
- b. Perilaku para pekerja di lapangan (Loosemore, 2001).

- c. Memakai teknologi yang masih baru, dimana tukang masih belum terbiasa dengan metode tersebut, sehingga menimbulkan kesalahan-kesalahan dalam pemakaian material, yang pada akhirnya material tersebut tidak dapat dipakai lagi (Skoyles, 1994).
- d. Pemotongan material menjadi ukuran-ukuran tertentu tanpa perencanaan yang baik (Gavilan, 1994).

2.2.6 Pengelolaan Sisa-Sisa Material Konstruksi

Sisa material konstruksi dihasilkan dalam setiap proyek konstruksi, baik itu proyek pembangunan maupun proyek pembongkaran (*Construction and Demolition*). Sisa material yang berasal dari perobohan atau penghancuran bangunan digolongkan dalam *demolition waste*, sedangkan sisa material yang berasal dari pembangunan perubahan bentuk (*remodeling*), perbaikan baik itu rumah atau bangunan komersial, digolongkan ke dalam *construction waste*. Komposisi dari sisa material konstruksi berupa batu, beton, batu bata, plester, arang yang tak berharga, bahan atap, bahan plumbing, bahan instalasi listrik (Theisen dan Eliassen, 1977).

Sisa material secara umum didefinisikan sebagai substansi atau suatu objek dimana pemilik punya keinginan untuk membuang. Sedangkan sisa material konstruksididefinisikan sebagai material yang sudah tidak digunakan yang dihasilkan dari proses konstruksi, perbaikan, atau perubahan atau barang apapun yang diproduksi dari suatu proses ataupun suatu ketidaksengajaan yang tidak dapat langsung dipergunakan pada tempat tersebut tanpa adanya suatu perlakuan lagi (Diana, 2000).

Secara khusus sisa material pada sektor konstruksi juga biasa disebut sebagai *waste* yang merupakan kelebihan kuantitas material yang digunakan atau didatangkan, yang tidak menambah nilai suatu pekerjaan (Ir. Asiyanto, 2005).

2.2.6.1 Jenis-Jenis Sisa Material Konstruksi

Terdapat 3 jenis sisa material yang ditemukan dalam konstruksi yaitu sisa material yang dapat di daur ulang (*recycleable*), sisa material berbahaya

(*hazardous*), dan sisa material yang akan dibuang ke tempat pembuangan akhir (*landfill material*) (Johnston,1992). Komposisi sisa material konstruksi dikategorikan dengan berbagai cara, tergantung bagaimana cara memandang sisa material tersebut.

Ada 3 faktor utama untuk mengategorikan sisa material konstruksi, yaitu :

- a. Tipe struktur (bangunan tempat tinggal, dan komersial)
- b. Ukuran struktur (*low rise, high rise*)
- c. Aktivitas yang sedang dilakukan (konstruksi, renovasi, perbaikan, perubahan).

2.2.6.2 Klasifikasi Sisa Material Konstruksi

Secara umum sisa material konstruksi dapat dikategorikan dalam 4 jenis (E.R Skoyles,1987), yaitu :

- a. Sisa Material Alami (*Natural Waste*)

Sisa-sisa material alami adalah sisa material yang pada pembentukannya tidak dapat dihindarkan, contohnya pemotongan kayu atau penyambungan atau cat yang menempel di kalengnya saat pengecatan. sisa material ini terbentuk secara alami pada batas toleransi. tetapi terdapat kalanya sisa material alami ini menyebabkan sisa material langsung yang relatif besar. Jika tak dilakukan pengontrolan yang baik, misalnya di ketika pembuatan spesi, penuangan semen kadang tercecer ke tanah, Bila tidak dilakukan pengontrolan maka ceceran semen semakin lama akan menjadi banyak.

- b. Sisa Material Langsung

Sisa material langsung adalah sisa material yang terjadi pada setiap pembangunan. umumnya sisa material ini terbentuk pada waktu penyimpanan, di waktu material dipindahkan ke tempat kerja, atau di ketika proses pengerjaan tahapan pembangunan itu sendiri. Bila tidak dilakukan kontrol yang baik, sisa material ini akan mengakibatkan kerugian yang cukup besar terutama dari segi biaya. Beberapa kategori sisa material langsung adalah akibat kegiatan sebagai berikut :

- Sisa material akibat adanya kegiatan pengiriman, yaitu kehilangan pada saat
- Pengiriman ke lokasi, penurunan barang dan saat penempatan ke gudang. Atau pada waktu pengangkutan yang tidak efektif sehingga kualitas barang menurun, dan barang tidak terpakai akhirnya menjadi sisa material.
- Penyimpanan di gudang dan penyimpanan sementara di sekitar bangunan adalah sisa material yang disebabkan oleh penyimpanan yang buruk.
- Sisa material akibat proses perubahan bentuk material, adalah sisa material yang disebabkan oleh proses perubahan bentuk material dari aslinya.
- Sisa material selama proses perbaikan, adalah sisa material yang dihasilkan selama proses perbaikan.
- Sisa material sisa, adalah sisa material yang dihasilkan dari material kalengan, seperti cat dan bahan plester yang tersisa pada tempatnya dan tidak digunakan.
- Penggunaan lahan yang tidak efektif, adalah lahan yang tidak digunakan secara optimal, sehingga menyebabkan tidak efisien. Manajemen yang kurang baik.
- Sisa material akibat penggunaan yang salah.
- Sisa material akibat spesifikasi material yang salah.
- Sisa material yang ditimbulkan akibat kurang terampilnya pekerja.

c. Sisa Material Tidak Langsung

d. Sisa Material Konsekuensi (*consequential waste*)

Menurut Tchobanoglous (1976), sisa material yang timbul selama pelaksanaan konstruksi dapat dikategorikan menjadi dua bagian yaitu :

- a. *Demolition waste* adalah sisa material yang timbul dari hasil pembongkaran atau penghancuran bangunan lama.

- b. *Construction waste* adalah sisa material konstruksi yang berasal dari pembangunan atau renovasi bangunan milik pribadi, komersial dan struktur lainnya. Sisa material tersebut berupa sampah yang terdiri dari beton, batu bata, plesteran, kayu, sirap, pipa dan komponen listrik.

Constructin waste menurut Skoyles (1976) dapat digolongkan kedalam dua kategori berdasarkan tipenya yaitu :

- a. *Direct waste* adalah sisa material yang timbul di proyek kerana rusak dan tidak dapat digunakan lagi.
- b. *Indirect waste* adalah sisa material yang terdiri dalam bentuk sebagai suatu kehilangan biaya (*moneter loss*), terjadi kelebihan pemakaian volume material dari yang direncanakan, dan tidak terjadi sisa material secara fisik di lapangan.

2.3 Bahan Material Konstruksi

2.3.1 Pengertian Bahan Material

Sulistijowati (1991), memaparkan bahwa salah satu aspek yang menjadi kriteria pengelompokan (tipologi) suatu bangunan dapat di klasifikasikan berdasarkan langgam, tekstur ataupun jenis material bangunan. Teknologi membuat peradaban manusia berangsur-angsur berubah, pengetahuan tentang bahan bangunan semakin bertambah, semakin ditemukan formula-formula baru, semakin beragam jenis material yang bisa diproduksi manusia. Material bangunan terus berkembang seiring dengan peradaban manusia. Perkembangan tersebut tentunya membawa dampak kepada adanya fenomena perubahan dalam desain maupun bentuk sebuah bangunan arsitektur. Dengan demikian keinginan untuk mewujudkan berbagai macam rancangan arsitekturpun semakin leluasa. Maka material bangunan sangat mungkin untuk dijadikan sebagai salah satu komponen pengelompokan yang bisa di telusuri berkaitan dengan peradaban manusia dari zaman ke zaman.

Material merupakan komponen yang penting dalam menentukan besarnya biaya suatu proyek, pada tahap pelaksanaan konstruksi penggunaan material di

lapangan sering terjadi sisa material yang cukup besar disebabkan karena kurangnya perencanaan dan pengendalian yang tepat, sehingga upaya untuk meminimalisasi sisa material sangat penting untuk diterapkan. Pengertian material (Hasan Shadaly, 1983) adalah Bahan dasar untuk membuat membentuk sesuatu. Atau secara umum material didefinisikan sebagai obyek pengalaman indra dengan cirri-ciri kekeluasan, masa, gerak, dan ditentukan oleh uang dan waktu.

2.3.2 Klasifikasi Bahan Material Konstruksi

Material yang digunakan dalam konstruksi dapat digolongkan dalam dua bagian besar (Gavilan, 1994), yaitu:

- a. *Consumable* Material, merupakan material yang pada akhirnya akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan, misalnya: semen, pasir, krikil, batu bata, besi tulangan, baja, dan lain-lain.
- b. *Non-Consumable* Material, merupakan material penunjang dalam proses konstruksi, dan bukan merupakan bagian fisik dari bangunan setelah bangunan tersebut selesai, misalnya: perancah, bekisting, dan dinding penahan sementara.

Material konstruksi dalam sebuah proyek terdiri dari 2 jenis menurut Ervianto(2007) adalah sebagai berikut :

- a. Bahan Permanen adalah bahan yang dibutuhkan oleh kontraktor untuk membentuk gedung, bersifat tetap sebagai elemen gedung. Jenis bahannya tercantum dalam dokumen kontrak (gambar kerja dan spesifikasi).
- b. Bahan Sementara, dibutuhkan dalam membangun proyek, tetapi tidak menjadi bagian dari bangunan. Jenis bahan ini tidak dicantumkan dalam dokumen kontrak, sehingga kontraktor bebas menentukan bahan dan pemasoknya. Untuk jenis bahan ini kontraktor tidak mendapat bayaran sehingga biaya dimasukkan ke dalam biaya pelaksanaan pekerjaan dalam kontrak.

Material merupakan bahan baku, suku cadang, barang jadi, barang habis pakai, kemasan dan peralatan. Material dibagi atas tiga bagian, yaitu (Stukhatr, 1995) :

- a. *Engineered material*, termasuk peralatan pembantu lainnya adalah yang paling mahal, tampak nyata, rumit dan secara kualitas sangat menentukan. *Engineered material* adalah produk khusus yang dibuat berdasarkan perhitungan dan perencanaan. Material ini secara khusus didetail dengan gambar dan digunakan sepanjang masa pelaksanaan proyek tersebut, yang sangat menentukan durasi proyek tersebut, serta apabila terjadi penundaan akan mempengaruhi keseluruhan jadwal penyelesaian proyek.
- b. *Bulk material*, adalah bahan yang dibuat dengan standar tertentu dan dapat dibeli dengan kuantitas tertentu. Material jenis ini sering kali sulit diperkirakan karena lebih beraneka macam kuantitasnya, contohnya : pipa dan kabel, atau lainnya yang dapat diukur dengan satuan panjang, luas dan volume.
- c. *Fabricated material*, adalah bahan yang dibuat atau dirakit di luar site berdasarkan spesifikasi dan gambar perencanaan. Material jenis ini umumnya memerlukan persetujuan (*approved*), contohnya kusen kayu dan rangka baja.

2.3.3 Karakteristik Bahan Material Konstruksi

Memahami sifat dan karakteristik bahan bangunan dan konstruksi menjadi penting, karena dengan mengetahui sifat dan karakteristiknya akan dengan tepat menggunakannya baik secara teknik maupun dengan pertimbangan biaya. Sifat dan karakteristik yang perlu diketahui adalah sifat fisik dan mekanik dari bahan bangunan tersebut. Komposisi bahan bangunan meliputi komposisi kimia dan komposisi mineral yang merupakan kunci untuk sifat bahan bangunan. Komposisi kimia mengacu pada unsur kimia yang terkandung dalam bahan bangunan. Berbagai komposisi kimia menghasilkan sifat yang berbeda. Misalnya, dengan meningkatnya kandungan karbon, kekuatan, kekerasan, dan ketangguhan baja karbon akan berubah; baja karbon mudah berkarat sehingga baja nirkarat

terbentuk dengan menambahkan kromium, nikel, dan komponen kimia lainnya ke dalam baja jika digunakan sebagai bahan bangunan yang terpapar langsung dengan lingkungan. Komposisi kimia batuan seperti kandungan silika yang terkandung di dalamnya akan mengubah sifat hidrolis, sehingga dengan tingginya kandungan silika kekuatan lekat batuan semakin tinggi jika digunakan sebagai campuran bahan hidrolis atau penyemenan (T Mulyono, 2021).

Massa Jenis atau densitas atau rapatan adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis (ρ) dalam satuan gr/cm^3 setiap benda merupakan total massa (m dalam gram) dibagi dengan total volumenya (V dalam cm^3). 1 lubangannya dinyatakan.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Kadar dan penyerapan air adalah sejumlah air yang terkandung di dalam suatu benda, seperti tanah (yang disebut juga kelembapan tanah), bebatuan, bahan aspal atau lainnya. diketahui bahwa volume butiran padat ($V_s = W_s$), dan ($V_w = W_w$). mendapatkan berat benda pada keadaan solid (W_s) maka benda atau material di oven sampai beratnya tetap dinyatakan dengan ($W_s = W_d$) dan sebelum di oven beratnya dalam keadaan normal atau alami sebagai, W_a sehingga berat air $W_w = W_a - W_d$,

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{(W_a - W_d)}{W_d} 100\%$$

dengan:

w = kadar air (%).

W_a = berat bahan uji pada kondisi yang ditinjau (gr).

W_d = berat benda uji pada kondisi kering (gr).

2.4 Material Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan agregat dan aspal atau semen (Portland Cement) sebagai bahan ikatnya sehingga lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan, dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah

dasar secara aman. Fungsi utama dari perkerasan sendiri adalah untuk menyebarkan atau mendistribusikan beban roda ke area permukaan tanah-dasar (*sub-grade*) yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah-dasar. Perkerasan harus memiliki kekuatan dalam menopang beban lalu-lintas. Permukaan pada perkerasan haruslah rata tetapi harus mempunyai kekesatan atau tahanan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan. Perkerasan dibuat dari berbagai pertimbangan, seperti: persyaratan struktur, ekonomis, keawetan, kemudahan, dan pengalaman (Christiady, 2011).

2.4.1 Bahan Material Aspal

2.4.1.1 Pengertian Aspal

Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. (Sukirman, S., 2003).

Aspal didefinisikan sebagai material perekat, berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal dapat diperoleh di alam atau pun merupakan residu dari pengilangan minyak bumi. Bitumen sering juga disebut aspal. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4- 10% berdasarkan berat campuran, atau 10-15% berdasarkan volume campuran (Sukirman, 1999).

Menurut Bambang Irianto (1988) dan Silvia Sukirman (1999), aspal beton adalah suatu bahan yang terdiri dari campuran antara batuan (agregat kasar dan agregat halus) dengan bahan ikat aspal yang mempunyai persyaratan tertentu, dimana kedua material sebelum dicampur secara homogen, harus dipanaskan terlebih dahulu. Karena dicampur dalam keadaan panas, maka sering disebut

sebagai hot mix. Semua pekerjaan pencampuran hot mix dilakukan di pabrik pencampur yang disebut sebagai *Asphalt Mixing Plant* (AMP).

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat perekat (cementious) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagian besar bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya (ASTM, 1994).

Bitumen (The Asphalt Institute, 1993) adalah suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu proses pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut, kadang-kadang disertai dengan derivatnya yang bersifat non logam, yang dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat, dan campuran tersebut dapat larut dalam Karbondisulfida (CS₂). Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting, antara lain : kepekatan (*consistency*), ketahanan lama atau ketahanan terhadap pelapukan oleh karena cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan terhadap air.

2.4.1.2 Sumber Aspal

Aspal yang dihasilkan dari industri kilang minyak mentah (*crude oil*) dikenal sebagai residual bitumen, yang dihasilkan dari minyak mentah melalui proses destilasi. Proses penyulingan dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 350°C di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak seperti *gasoline* (bensin), kerosene (minyak tanah) dan gas oil. Secara kualitatif, aspal terdiri dari senyawa *asphaltenes* dan *Maltenes*, sedangkan secara kuantitatif, *Asphaltenes* merupakan campuran kompleks dari hidrokarbon, terdiri dari cincin aromatik kental dan senyawa heteroaromatik mengandung belerang. Ada juga amina dan amida, senyawa oksigen (keton, fenol atau asam karboksilat), nikel dan vanadium. Aspal merupakan senyawa kompleks, bahan utamanya disusun oleh hidrokarbon dan atom-atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil. Dimana unsur-unsur yang terkandung dalam bitumen, antara lain : Karbon (82-88%), Hidrogen (8-11%), Sulfur (0-6%), Oksigen (0-1,5%), dan Nitrogen (0-1%).

Aspal mempunyai sifat Thixotropy, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu. Semakin besar angka penetrasi aspal (semakin kecil tingkat konsistensi aspal) akan memberikan nilai modulus elastis aspal yang semakin kecil dalam tinjauan temperatur dan pembebanan yang sama. Terdapat bermacam – macam tingkat penetrasi aspal yang dapat digunakan dalam campuran agregat aspal, antara lain 40/50, 60/70, 80/100. Umumnya aspal yang digunakan di Indonesia adalah aspal dengan penetrasi 80/100 dan penetrasi 60/70. Dibawah ini merupakan sifat-sifat standar untuk aspal.

Tabel 1. Standart Pengujian dan Persyaratan Aspal Pen. 60/70 (Standar Nasional Indonesia No. 1737- 1989- F)

No	Sifat	Metoda	Satuan	Persyaratan	
1	Penetrasi (25° C, 100 gr, 5 detik)	SNI 06-2456-1991	0,1 mm	60	79
2	Titik lembek (ring and ball test)	SNI 06-2434-1991	°C	48	58
3	Titik nyala (cleveland open cup)	SNI 06-2433-1991	°C	200	-
4	Daktilitas (25° C, 5 cm permenit)	SNI 06-2432-1991	cm	100	-
5	Berat Jenis (25° C)	SNI 06-2488-1991	gr/cm ³	1	-

2.4.1.3 Sifat Aspal

Aspal yang digunakan dalam konstruksi perkerasan jalan pada umumnya berfungsi sebagai pengikat dan pengisi rongga udara antara agregat, oleh karena itu, aspal yang digunakan harus bersifat (Sukirman, 1993) sebagai berikut :

- a. Mempunyai Daya Tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat

asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya.

b. Kohesi dan Adhesi

Kohesi merupakan kemampuan aspal untuk mengikat unsur-unsur penyusun dari dirinya sendiri sehingga terbentuknya aspal dengan daktilitas yang tinggi. Sedangkan adhesi menyatakan kemampuan aspal untuk berikatan dengan agregat dan tetap mempertahankan agregat pada tempatnya setelah berikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Kepekaan aspal terhadap temperatur adalah sensitivitas perubahan sifat viskoelastis aspal akibat perubahan temperatur, sifat ini dinyatakan sebagai indeks penetrasi aspal (IP). Aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki kepekaan yang rendah terhadap perubahan temperatur. Oleh sebab itu, campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang tinggi akan memiliki rentang temperatur pencampuran dan pemadatan yang lebih lebar dari campuran yang dibuat dari aspal dengan nilai IP yang rendah. Aspal dengan tingkat kekerasan atau nilai penetrasi yang sama belum tentu memiliki nilai IP yang sama. Sebaliknya, aspal dengan nilai IP yang sama belum tentu memiliki tingkat kekerasan yang sama. Pada aspal dengan IP yang sama, semakin tinggi tingkat kekerasan aspal semakin tinggi ketahanan campuran beraspal yang dihasilkannya (Brennen, 1999).

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi).

e. Viskoelastisitas Aspal

Viskoelastisitas aspal adalah suatu material yang bersifat viskoelastis yang sifatnya akan berubah tergantung pada temperatur atau waktu pembebanan.

Kegunaan mengetahui sifat viskoelastis aspal adalah untuk menentukan pada temperatur beberapa pencampuran aspal dengan agregat harus dilakukan agar mendapatkan campuran yang dimana semua permukaan agregat dapat terselimuti oleh aspal secara merata dan aspal mampu masuk ke dalam pori-pori agregat untuk membentuk ikatan kohesi yang kuat dan untuk mengetahui pada temperatur berapa pemadatan dapat dilakukan dan kapan harus dihentikan (Brennen, 1999).

Bila pemadatan dilakukan pada temperatur dimana kondisi aspal masih sangat kental maka pada saat pemadatan akan terjadi pergeseran campuran beraspal karena campuran tersebut belum cukup kaku untuk memikul beban dari alat pemadat. Sebaliknya, bila pemadatan dilakukan pada temperatur yang sangat rendah dimana campuran sudah bersifat kurang elastis maka pemadatan yang diberikan tidak lagi menaikkan kepadatan campuran tetapi justru akan merusak atau mungkin menghancurkan campuran tersebut. Hal ini disebabkan karena pada campuran beraspal yang sudah cukup kaku, agregat pembentuknya sudah terikat kuat oleh aspal dan aspal tidak lagi berfungsi sebagai pelumas untuk relokasi agregat, sehingga faktor pemadatan yang diberikan sudah tidak mampu lagi memaksa partikel agregat untuk bergerak mendekat satu dengan yang lainnya tetapi faktor ini justru akan menghancurkan ikatan antara agregat dengan aspal yang sudah terbentuk sebelumnya (Brennen, 1999).

2.4.1.4 Jenis-Jenis Aspal

Aspal yang digunakan pada bahan konstruksi jalan mempunyai jenis aspal alam dan aspal buatan.

a. Aspal alam

Aspal alam ditemukan di pulau Buton (Sulawesi Tenggara Indonesia), Perancis, Swiss, dan Amerika Serikat.

b. Aspal buatan

Aspal buatan merupakan residu penyulingan minyak bumi, dengan karakteristiknya sangat bergantung dari jenis minyak bumi yang disuling

(dikilang), apakah minyak bumi berbasis aspal (*asphaltic base*), berbasis parafin (*parafine base*) atau berbasis campuran (*mixes base*)

c. Aspal polimer

Aspal polimer adalah suatu material yang dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintetis dengan aspal. Modifikasi aspal polimer (atau biasa disingkat dengan PMA) telah dikembangkan selama beberapa terakhir.

Umumnya dengan sedikit penambahan bahan polimer (biasanya sekitar 2-6%) sudah dapat meningkatkan hasil ketahanan yang lebih baik terhadap deformasi, mengatasi keretakan-keretakan dan meningkatkan ketahanan usang dari kerusakan akibat umur sehingga dihasilkan pembangunan jalan lebih tahan lama serta juga dapat mengurangi biaya perawatan atau perbaikan jalan. Bahan aditif aspal adalah suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal modifier yang berunsur dari jenis karet, karet sintetis atau buatan juga dari karet yang sudah diolah (dari ban bekas), dan juga dari bahan plastik. Penggunaan campuran polimer aspal merupakan trend yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Modifikasi polimer aspal yang diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer dapat meningkatkan sifat-sifat dari aspal tersebut. Dalam hal ini terlihat bahwa keterpaduan aditif polimer yang sesuai dengan campuran aspal. Penggunaan polimer sebagai bahan untuk memodifikasi aspal terus berkembang di dalam dekade terakhir. Badan Litbang Kementerian PU (2007), melakukan pengujian dengan menggunakan bahan aditif dengan menggunakan karet alam untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan beraspal sebesar 3 % dari berat aspal minyak dengan hasil memperbaiki karakteristik aspal konvensional, meningkatkan mutu perkerasan beraspal yang ditunjukkan dengan peningkatan modulus resilien dan kecepatan reformasi, meningkatkan umur konstruksi perkerasan jalan yang ditunjukkan percepatan terjadinya retak dan alur.

2.4.2 Bahan Material Rabat Beton

2.4.2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah atau agregat agregat lain yang dicampur jadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip batuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan kataristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan (Mc.Cormac, 2004).

Secara Sederhana Beton dibentuk oleh pengkerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah kerikil). Kadangkadang ditambahkan campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton (Asroni, 2010).

Beton diperoleh dengan cara mencampurkan semen, air, agregat dengan atau tanpa bahan tambah tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Perbandingan campuran bahan susun disebutkan secara urut, dimulai dari ukuran butir yang paling kecil (lembut) ke butir yang besar, yaitu :semen, pasir, dan kerikil. Jadi jika campuran beton menggunakan semen 1 : 2 : 3, berarti campuran adukan betonnya menggunakan semen 1 bagian, pasir 2 bagian, dan kerikil 3 bagian. (Asroni, 2010).

Menurut Tjokrodimuljo (1996), macam-macam beton sebagai berikut:

- Beton normal
Merupakan beton yang cukup berat, dengan Berat Volume 2400 kg/m^3 dengan nilai kuat tekan 15 – 40 Mpa dan dapat menghantar panas.
- Beton ringan
Merupakan beton dengan berat kurang dari 1800 kg/m^3 . Nilai kuat tekannya lebih kecil dari beton biasa dan kurang baik dalam menghantarkan panas.
- Beton massa

Beton massa adalah beton yang dituang dalam volume besar yaitu perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar. Biasanya dianggap beton massa jika dimensinya lebih dari 60 cm.

- Ferosemen

Adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan memberikan kepadatan mortar semen suatu tulangan yang berupa anyaman. Ferosemen dapat diartikan beton bertulang.

- Beton serat

Adalah beton komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Bahan serat dapat berupa serat asbes, serat tumbuhan (rami, bambu, ijuk), serat plastik (*polypropylene*) atau potongan kawat logam.

- Beton non pasir

Adalah suatu bentuk sederhana dan jenis beton ringan yang diperoleh menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatannya. Rongga dalam beton mencapai 20-25 %.

- Beton siklop

Beton ini sama dengan beton biasa, bedanya digunakan agregat dengan ukuran besar-besar. Ukurannya bisa mencapai 20 cm. Namun, proporsi agregat yang lebih besar tidak boleh lebih dari 20 %.

- Beton hampa (*Vacuum Concrete*)

Beton ini dibuat seperti beton biasa, namun setelah tercetak padat kemudian air sisa reaksi disedot dengan cara khusus, disebut cara vakum (*vacuum method*). Dengan demikian air yang tinggal hanyalah air yang dipakai sebagai reaksi dengan semen sehingga beton yang diperoleh sangat kuat.

- Mortar

Mortar sering disebut juga mortel atau spesi ialah adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat, kapur dan PC.

2.4.2.2 Kelebihan Dan Kekurangan Rabat Beton

Menurut Mulyono, kelebihan dan kelemahan beton adalah sebagai berikut:

a. Kelebihan

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- Mampu memikul beban yang berat.
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- Biaya pemeliharaan yang kecil.

b. Kekurangan

- Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- Berat.
- Daya pantul suara besar.

2.4.2.3 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang Berat Volumennya rendah. Pada umumnya beton ringan terdiri dari campuran yang sama dengan beton pada umumnya, namun pada pembuatan beton ringan dapat dilakukan pencampuran additive untuk menghasilkan rongga udara. Menurut Mulyono (2004 : 307), agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan merupakan agregat ringan juga. Berat volume agregat ringan sekitar 1900 kg/m^3 atau ringan adalah agregat yang mempunyai kepadatan sekitar $300 - 1850 \text{ kg/m}^3$. Beton ringan adalah beton yang berat isi maksimum $1,9 \text{ ton/m}^3$ (SNI 03-2491-2002).

Menurut Dobrowolski (1998) dan jenis jenis beton ringan sebagai berikut :

- Beton dengan kuat tekan rendah (*Low-Density Concrete*) dengan berat volume beton $240-800 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan $0,35-6,9 \text{ Mpa}$.
- beton ringan dengan kekuatan menengah (*Moderates-Strhength Lightweight Concretetes*) dengan berat volume beton $800-1440 \text{ kg/m}^3$ dan kuat tekan $6,9 - 17,3 \text{ Mpa}$.

- Beton ringan struktur (*Structural Lightweight Concretes*) dengan berat volume beton 1440-1900 kg/m³ dengan kuat tekan beton lebih dari 173 Mpa.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi Berat Volume beton atau membuat beton lebih ringan antara lain adalah sebagai berikut :

- Dengan membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan semestehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam betonnya. Salah satu carayang dapat dilakukan adalah dengan menambah bubuk alumunium ke dalambubuk campuran beton.
- Dengan menggunakan agregat ringan, misalnya tanah liat bakar, batu apungatau agregat buatan sehingga beton yang dihasilkan akan lebih ringan daripadabeton biasa.
- Dengan cara membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus ataupasir yang disebut sebagai beton non pasir.

2.4.2.3 Beton Non Pasir

Beton non pasir atau disebut juga *no fines concrete* merupakan bentuk sederhana dari jenis beton ringan. Dalam pembuatan beton ini tidak menggunakan agregat halus (pasir), Tidak adanya agregat halus dalam campuran menghasilkan beton yang berpori sehingga beratnya berkurang (Tjokrodimulyo, 2009). Selain itu karena tanpa pasir maka tidak dibutuhkan pasta untuk menyelimuti butir pasir sehingga kebutuhan akan semen relatif lebih sedikit. Beton non pasir juga dapat disebut *permeconcrete* atau *pervious concrete* yaitu beton yang dibentuk dari campuran semen, aggregate kasar, air dengan bahan tambah atau admixture. *Pervious concrete* dibuat dengan menggunakan sedikit agregat halus atau bahkan menghilangkan penggunaan agregat. Beton non pasir umumnya digunakan pada non struktural seperti pagar, rabat beton, batako. Beton non pasir lebih menonjolkan estetikanya dan hanya menggunakan sedikit semen yaitu karena untuk melapisi permukaan agregat kasar saja. (Trisnoyuno, 2009).

Pada umumnya beton non pasir memiliki Berat Volume yang rendah jika dibandingkan dengan beton normal. Berat Volume beton non pasir dipengaruhi oleh Berat Volume dan gradasi agregat penyusunnya (Kusuma, 2012).

Sedangkan kuat tekan beton non pasir dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sebagai berikut :

a. Faktor air semen

Faktor air semen pada beton non pasir berkisar 0,36 dan 0,46 sedangkan nilai faktor air semen optimum sekitar 0,40. Perkiraan faktor air semen tidak dapat terlalu besar karena jika faktor air semen terlalu besar maka pasta semen akan terlalu encer sehingga pada waktu pemadatan pasta semen akan mengalir kebawah dan tidak menyelimuti permukaan agregat. Sedangkan jika faktor air semen terlalu rendah maka pasta semennya tidak cukup menyelimuti butir-butir agregat kasar penyusun beton. Maka pada beton non pasir perlu ditambahkan *admixture* untuk menambah *workability*. Nilai Slump umumnya sangat kecil bahkan mencapai 0, sehingga untuk pada pelaksanaan dalam jumlah besar beton non pasir menggunakan *conveyor* dan tidak disarankan menggunakan *concrete pump*. Dengan nilai faktor air semen optimum akan dihasilkan pula kuat tekan maksimum suatu beton non pasir (Tjokrodimulyo, 1992).

b. Rasio volume agregat dengan semen

Rasio volume agregat dengan semen merupakan proporsi penggunaan agregat berbanding semen. Jika nilai rasio agregat semen 10 artinya perbandingan agregat berbanding dengan semen adalah 10. Pada nilai faktor air semen yang tetap, pengaruh besar rasio agregat dengan semen akan berakibat terhadap pasta yang terbentuk, jika semakin besar rasio agregat –semen maka semakin sedikit pasta semennya sehingga bahan pengikat antar agregat akan sedikit pula sehingga kuat tekan beton non pasir yang terbentuk akan semakin rendah. Variasi rasio semen berbanding agregat yang sering digunakan beton non pasir adalah sebagai berikut:

- Beton non pasir yang dihasilkan sedikit berongga dengan perbandingan 1 : 2.

- Beton non pasir yang dihasilkan sedikit berongga dengan perbandingan 1 : 4.
- Beton non pasir yang dihasilkan berongga dengan perbandingan 1 : 6.
- Beton non pasir yang dihasilkan berongga dengan perbandingan 1 : 8.
- Beton non pasir yang dihasilkan sangat berongga dengan perbandingan 1 : 10.
- Beton non pasir yang dihasilkan sangat berongga dengan perbandingan 1 : 12.

Menurut ACI 522R- 06, persentase rongga pada beton nonpasir adalah 15% s/d 25%. Sedangkan menurut Tjokrodimulyo (2009), persentase rongga pada beton non pasir berkisar antara 20 % s/d 25 %. Menurut Trisnoyuono (2009), Sifat – sifat mekanik beton non pasir pada umur 28 hari adalah, kuat tekan berkisar antara 2,47 dan 15,60 Mpa, dimana pada rasio volume semen agregat 1 : 4 memiliki kuat tekan tertinggi. Nilai modulus elastisitas bervariasi antara 4243,50 dan 15007,50 Mpa. Volume pori berkisar antara 3,07 dan 18,71 % dan kepadatan beton dari 1705 sampai 2052 kg/m³. Secara garis besar beton non pasir khususnya pada rasio volume semen – agregat 1 : 4 dapat digunakan sebagai elemen struktur bangunan rumah tinggal yang memikul beban ringan tetapi pada rasio volume semen agregat 1 : 6 memiliki hasil yang paling optimal dan ideal sebagai beton non pasir ditinjau dari segi jumlah penggunaan semen dan volume rongga yang dicapai. Rasio volume semen – agregat 1 : 6 sampai 1 : 12 dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bata beton non pasir pejal dan berlubang mutu I sampai mutu IV. Semakin tinggi nilai banding semen/agregat maka semakin tinggi volume rongganya, namun berat volume, modulus elastisitas, serta kuat tekannya semakin turun.

c. Jenis agregatnya

Telah dijelaskan di atas bahwa jenis agregat yang digunakan mempengaruhi Berat Volume dari beton non pasir yang dibentuk. Berat beton nonpasir umumnya berkisar 60% s/d 75% dari beton biasa (Tjokrodimulyo, 2009). Berat beton non pasir berkisar 2/3 dari beton biasa dengan agregat yang

sama. Ukuran agregat maksimum yang lazim dipakai pada beton non pasir adalah 10mm samapi 20 mm. Pemakaian agregat dengan gradasi rapat dan bersudut tajam(batu pecah) akan menghasilkan beton non pasir yang kuat tekan dan BeratVolumenya sedikit lebih tinggi daripada penggunaan agregat dengan ukuranseragam dan bulat (Kusuma, 2012).

Sebagai beton ringan tentu saja beton non pasir mempunyai keunggulan. Menurut Kusuma (2012), beberapa kelebihan beton non pasir adalah sebagaiberikut :

- a. *Low Shrinkage*, Penyusutan total beton non pasir saat mengeras/kering adalah sekitar setengah dari beton padat yang dibuat dengan agregat yang sama. Tingkat penyusutan juga jauh lebih cepat. Gerakan penyusutan total, telah ditemukan bahwa 50% sampai 80% terjadi dalam 10 hari pertama, dimana untuk beton padat hanya 20 sampai 30 persen akan terjadi pada periode yang sama. Ini berarti bahwa bahaya retak jauh lebih kecil terjadi jika dibandingkan dengan beton normal.
- b. *Light Weight*, karena penggunaan aggregate ringan maka dihasilkan beton dengan bobot yang ringan.
- c. *Thermal insulation*, sebagai bahan isolasi panas.
- d. *Eliminated segregation*, tidak ada kecenderungan untuk bersegregasi, sehingga dapat dijatuhkan dengan tinggi jatuh yang lebih tinggi.
- e. *Reduce cement demand*, kebutuhan semen sedikit karena tidak menggunakan pasir, maka luas permukaan akan berkurang.
- f. *Simple* yaitu berarti cara pembuatannya sederhana dan lebih cepat.
- g. *Sound insulation*, sebagai bahan isolasi suara (peredam suara).
- h. *Environment Friendly*, mudah meloloskan air dapat digunakan sebagai bahan pembuat sumur resapan sehingga meningkatkan resapan ke dalam tanah.

Beton non pasir dalam dunia teknologi teknik sipil bukanlah hal baru. Di luar negeri aplikasi beton khusus ini sudah diterapkan untuk bangunan gedung dan jalan, (Kusuma, 2012).

- a. Konstruksi bangunan gedung

Penggunaan beton non pasir di dunia internasional sudah cukup lama dikenal. Salah satunya adalah gedung apartement 4 (empat) lantai yang didirikan di London, Inggris pada tahun 1961. Kontraktor asal Inggris mengerjakan proyek tersebut dengan menggunakan imajinatif tekstur yang berbeda, rendering atau menghaluskan semua cor menggunakan agregat kasar berwarna adajuga beberapa diimpor dalam bentuk batu alam, apabila hujan panel akan bersih dengan bantuan percikan air hujan (dapat dilihat pada sumber terlampir). Penggunaan beton non pasir di Indonesia belum tetapi padaperkembangannya sudah pernah diaplikasikan untuk struktur ringan yaitu kolom dan dinding bangunan sederhana, bata beton dari beton non pasir, dan buis beton dari beton non pasir.

b. Konstruksi perkerasan jalan raya

Aplikasi beton non pasir sebagai perkerasan jalan raya dikenal istilah *permeconcrete* atau *pervious concrete* dengan pertimbangan ramah lingkungan maka perkerasan jalan menggunakan beton non pasir supaya air hujan dapat meresap ke dalam tanah.

c. Konstruksi dinding penahan tanah/ *retaining wall*

Aplikasi beton non pasir pada dinding penahan tanah (*retaining wall*). Selain pertimbangan ramah yang digunakan, pada konstruksi dinding penahan tanah, pemilihan jenis beton non pasir untuk alasan stabilisasi tanah dibelakang struktur dinding penahan tanah.

2.4.3 Bahan Material Paving Block

2.4.3.1 Pengertian Paving Block

Penggunaan paving block beton untuk jalanan pertama kali dipakai di Netherlands setelah perang dunia ke II. Pada awalnya menggunakan bata sebagai bahan perkerasan di Netherlands sebelum perang dunia ke II. Akan tetapi, karena persediaan bata pada saat itu mulai menipis maka paving block digunakan sebagai gantinya. Setelah perang dunia ke II, paving block mulai banyak dipakai pada hampir seluruh jalanan di Rotterdam. Teknologi ini menyebar dengan cepat ke Jerman dan Eropa Barat sebagai metode yang berguna untuk trotoar pejalan

kaki maupun kendaraan beroda. Saat ini paving block beton yang dipasang sebagai standar permukaan aspalan di Eropa sudah lebih dari 100.000.000 m² setiap tahunnya.

Paving block adalah salah satu produk konstruksi yang biasa digunakan untuk perkerasan jalan, halaman rumah, trotoar dan lainnya. Dalam pembuatannya paving block menggunakan susunan bahan sama seperti beton yaitu semen, agregat (pasir) dan air. Selain itu cara pengujian kuat desak, pengujian daya serap air serta cara pemeliharaan hingga umur yang ditentukan juga sama (Nugroho, 2013).

Paving block atau bata beton (*concrete block*) berdasarkan SNI 03-0691-1996 merupakan produk bahan bangunan yang digunakan sebagai alternatif pengerasan permukaan jalan yang dibuat dari campuran semen, air dan agregat dengan atau tanpa campuran bahan lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton tersebut. Diantara berbagai macam alternatif pengerasan jalan, paving block lebih memiliki banyak keuntungan baik dari segi bentuk, ukuran, warna, corak dan tekstur permukaan serta dari segi kekuatannya.

Paving block banyak ditemui dipasaran dengan beraneka bentuk dan ketebalan. Pada umumnya dipasaran paving block dibuat dengan panjang antara 200 –250 mm, dengan lebar antara 100 –112 mm. Ketebalan paving block biasanya berkisar antara 60 –100 mm. Sedangkan untuk bentuk paving block sendiri rata-rata berbentuk segi empat (*holand*), segi enam (*hexagonal*), dan lain sebagainya dengan ketebalan yang bervariasi menurut kebutuhan. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan pasar maka bentuk dan variasi paving block mulai dikembangkan dan dipasarkan (Nugroho, 2013).

2.4.3.2 Keuntungan Dan Kerugian Material Paving Block

Setiawan (2012) dalam Nugroho (2013) menyebutkan keuntungan Paving Block :

- Pelaksanaannya mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal.
- Pemeliharaannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar.

- Tahan terhadap beban statis, dinamik dan kejut.
- Tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan.

Setiawan (2012) dalam Nugroho (2013) menyebutkan kelemahan dari paving block :

- Mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi.
- Sehingga perkerasan paving block sangat tidak cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan dilingkungan permukiman dan perkotaan yang padat.

2.4.3.3 Syarat Mutu Material Paving Block

Menurut SNI-03-0691-1996, syarat mutu paving block sebagai berikut:

- Sifat tampak Bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.
- Ukuran Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8 \%$.
- Sifat fisika Bata beton harus mempunyai sifat-sifat fisika seperti pada table dibawah ini:

Tabel 2. Sifat Bata Beton atau Paving Block

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks.
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Maks	%
A	40	35	0,090	0,103	3
B	20	17	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

d. Klasifikasi paving block :

- Paving Block mutu A
 - Digunakan untuk jalan.
 - Paving Block mutu A disyaratkan kuat tekan minimal 35 Mpa dan rerata 40 Mpa.
- Paving Block mutu B
 - Digunakan untuk pelataran.
 - Paving Block mutu B disyaratkan kuat tekan minimal 17 Mpa dan rerata 20 Mpa.
- Paving Block mutu C
 - Digunakan untuk pejalan kaki.
 - Paving Block mutu C disyaratkan kuat tekan minimal 12,5 Mpa dan rerata 15 Mpa.
- Paving Block mutu D
 - Digunakan untuk taman dan penggunaan lain.
 - Paving Block mutu D disyaratkan kuat tekan minimal 8,5 Mpa dan rerata 10 Mpa.

2.4.3.4 Bahan-Bahan Penyusun Paving Block

Material yang digunakan dalam pembuatan paving block sama dengan material yang digunakan pada pembuatan beton biasanya. Hanya saja ada sebagian yang tidak menggunakan agregat kasar (kerikil). Ditinjau dari fungsinya material pembentuk paving block mempunyai fungsi yaitu semen dan sedikit air membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai perekat. Kemudian pasta semen dan campuran agregat halus (pasir) membentuk mortar untuk mengikat agregat kasar (jika pembuatannya menggunakan kerikil) menjadi kesatuan yang kompak dengan campuran yang merata menghasilkan campuran plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang dalam acuan serta membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi kering atau padat (Dian, 2010).

1. Semen Portland

Menurut ASTM C-150,1985, semen *portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersamasama dengan bahan utamanya. Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*). Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono,2005).

Menurut SNI 2049-2015, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Jenis dan penggunaan semen portland :

- a. Jenis I, yaitu semen untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus.
- b. Jenis II, yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen yang dalam penggunaannya menuntut kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

2. Agregat Halus

Agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira kira menempati sebanyak 70%

volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton (Tjokrodimulyo, 1992).

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butiran-butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Dalam bidang teknologi beton nilai batas tersebut umumnya ialah 4,75 mm atau 4,8 mm. Agregat yang butir-butirnya lebih besar dari 4,8 mm disebut agregat kasar dan agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 4,8 mm disebut agregat halus. Secara umum agregat halus sering disebut sebagai pasir, baik berupa pasir alami yang di peroleh langsung dari sungai atau tanah galian, atau dari hasil pemecahan batu. Agregat yang butir-butirnya lebih kecil dari 1,2 mm kadang-kadang disebut pasir halus, sedangkan butir-butir yang lebih kecil dari 0,075 mm disebut silt, dan yang lebih kecil dari 0,002 mm disebut *clay*. Agregat harus mempunyai bentuk yang baik (bulat atau mendekati kubus), bersih, keras, kuat, dan gradasinya baik. Agregat harus mempunyai kesetabilan kimiawi, dan dalam hal-hal tertentu harus tahan aus, dan tahan cuaca (Tjokrodimulyo, 1992).

Menurut SNI 1970-2008, Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (No.4).

Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dengan besar butir kurang dari 4,80 mm. Agregat halus mempunyai peran penting sebagai pembentuk beton dalam pengendalian *workability*, kekuatan (*strength*), dan keawetan beton (*durability*). Pasir sebagai agregat halus harus memenuhi gradasi dan persyaratan yang telah ditentukan (Mulyono, 2005). Syarat-syarat agregat halus (pasir) dalam Mulyono (2005) sebagai bahanmaterial pembuatan beton sesuai dengan ASTM C 33 adalah sebagai berikut:

- a. Material dari bahan alami dengan kekasaran permukaan yang optimal sehingga kuat tekan beton besar.

- b. Butiran tajam, keras, awet (durable) dan tidak bereaksi dengan material beton lainnya.
- c. Berat jenis agregat tinggi yang berarti agregat padat sehingga beton yang dihasilkan padat.
- d. Gradasi sesuai spesifikasi dan hindari gap graded aggregate karena akan membutuhkan semen lebih banyak untuk mengisi rongga.
- e. Bentuk yang baik adalah bulat, karena akan saling mengisi rongga dan jika ada bentuk yang pipih dan lonjong dibatasi maksimal 15% berat total agregat.

Pemeriksaan agregat halus perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan dan juga dilakukan untuk mengetahui apakah agregat halus ini memenuhi persyaratan atau tidak. Hasil pemeriksaan ini juga dapat digunakan sebagai data rencana adukan beton yang akan digunakan dalam pembuatan paving block. Pemeriksaan agregat halus meliputi:

a. Kadar Lumpur

Pengujian kandungan lumpur bertujuan untuk mengetahui kadar lumpur dalam pasir. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Yang dimaksud lumpur adalah bagian yang lolos saringan 200 mm. Apabila kadar lumpur melampaui 5% maka agregat halus harus dicuci.

b. Berat Jenis Agregat Halus

Pengujian berat jenis agregat halus dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh (SSD), berat jenis semu dan angka penyerapan air dalam agregat halus/pasir.

c. Gradasi Pasir atau Modulus Halus Butir

Agregat Gradasi pasir adalah distribusi ukuran butir pasir. Bila butir-butir pasir mempunyai ukuran yang sama (seragam) volume pori akan besar. Sebaliknya bila ukuran butirannya bervariasi akan terjadi volume pori yang kecil. Hal ini karena butiran yang kecil mengisi pori diantara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi lebih sedikit, dengan kata

lain kemampuannya tinggi. Untuk menyatakan gradasi pasir, dipakai nilai presentase berat butiran yang tertinggal atau lewat dalam susunan ayakan. Susunan ayakan pasir yang dipakai adalah 9,60; 4,80; 2,40; 1,20; 0,60; 0,30; dan 0,15 mm. Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan gradasi pasir berupa modulus halus butir (mhb) dan tingkat kekasaran pasir. Mhb menunjukkan ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat yang dihitung dari jumlah persentase kumulatif butiran yang tertahan dibagi 100. Semakin kecil nilai mhb menunjukkan semakin halus atau kecil butir-butir agregatnya. Pada umumnya nilai mhb pasir berkisar antara 1,5 – 3,8 (Sukron 2012). SNI 03-2834-1992 mengklasifikasikan distribusi ukuran butiran pasir dapat dibagi menjadi empat daerah atau zona, yaitu zona I (kasar), zona II (agak kasar), zona III (agak halus) dan zona IV (halus), sebagaimana tampak pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Presentase berat butir yang lolos saringan

Ukuran Saringan (mm)	Presentase berat butir yang lolos saringan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
9,6	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

- Zona I = Pasir Kasar
- Zona II = Pasir Agak Kasar
- Zona III = Pasir Agak Halus
- Zona IV = Pasir Halus

3. Air

Menurut Mulyono (2005), semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air, air harus selalu ada di dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubahnya menjadi pasta sehingga betonya lecah (*workable*).

Faktor air semen (FAS) sangat berpengaruh dalam proses pembuatan beton dan juga kualitas beton. Nilai fas ini merupakan perbandingan berat air dengan berat semen, semakin kecil nilai fas akan mengakibatkan beton segar sulit dikerjakan tanpa bahan tambah sedangkan jika kelebihan air mengakibatkan kualitas beton menjadi menurun. Untuk bereaksi dengan semen, diperlukan air sekitar 0,30 kali berat semen, namun kenyataannya jika dipakai nilai fas kurang dari 0,35 adukan mortar atau beton menjadi sulit dikerjakan, sehingga umumnya berat air lebih dari 0,35 berat semen. Adanya kelebihan air berfungsi sebagai pelumas, terlalu sedikit air menyebabkan proses pembuatan campuran sulit dikerjakan, sedangkan bila terlalu banyak air menyebabkan kekuatan beton banyak berkurang serta terjadi penyusutan yang besar setelah campuran mengeras (Tjokrodimulyo, 1992). Namun pada pembuatan paving block, fas yang biasa digunakan adalah 0,2-0,35 dari berat semen. Karena jika terlalu encer maka akan susah dalam pencetakan paving block.

Menurut SNI 03-2847-2002 ada beberapa persyaratan penggunaan air untuk beton, persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan merusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton atau tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang tertanam di dalamnya logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi :

- Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurang-kurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum.

2.4.3.5 Pengujian Paving Block

1. Kuat Tekan Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996, Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan/kuat desak adalah sebagai berikut:

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$: Kuat tekan/kuat desak paving block (kg/cm^2)

P : Beban maksimum (kg)

A : Luas penampang benda uji (cm^2)

Menurut Tjokrodinuljo (1992), faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan paving block diantaranya:

a. Faktor air semen

Faktor air semen (Fas) adalah perbandingan berat Antara air dengan semen dalam suatu campuran beton. Dalam pencampuran terdapat nilai fas yang optimum, terlalu sedikit (kecil) nilai fas-nya berakibat semen bereaksi kurang sempurna sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Kurang sempurnanya reaksi maupun kurang padatnya adukan beton mengakibatkan beton yang terjadi lemah dan berongga sehingga berakibat kekuatan beton berkurang. Sedangkan jika nilai fas yang berlebihan mengakibatkan sulit dalam pencetakan paving block, berkurangnya

ketahanan abrasi, kekuatan dan tekan. Fas yang umum digunakan ialah 0,35 dari berat semen.

b. Umur beton

Umur beton berbanding lurus dengan kuat tekan beton. Berdasarkan penelitian umur beton untuk mencapai kuat desak maksimumnya adalah 28 hari, namun umur ini dapat bervariasi (lebih atau kurang dari 28 hari) yang disebabkan oleh jenis material atau bahan tambah dari suatu campuran. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton juga dipengaruhi oleh air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi air semen semakin lambat kenaikan kekuatannya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatannya.

c. Jumlah semen

Semen berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat yang terdapat dalam suatu campuran. Semen ditambah air bereaksi menjadi pasta, semakin sedikit pasta maka berakibat banyak rongga antar agregat sehingga daya ikatnya menjadi berkurang. Hal ini berakibat kuat tekan beton menjadi rendah.

d. Jenis semen

Semen Portland dalam pembuatan beton terdiri dari beberapa jenis. Masing-masing jenis semen Portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi pula terhadap kuat tekan betonnya.

e. Sifat agregat

Agregat terdiri dari agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil). Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton adalah sebagai berikut :

- Kekerasan permukaan, karena permukaan agregat yang kasar dan tidak licin membuat rekatan antara permukaan agregat dan pasta semen lebih kuat dari pada permukaan agregat yang halus dan licin.
- Bentuk agregat, karena bentuk agregat yang bersudut misalnya pada batu pecah, membuat butir-butir agregat itu sendiri yang mengunci dan sulit

digeserkan, berbeda dengan batu kerikil yang bulat. Oleh karena itu, beton yang dibuat dari batu pecah lebih kuat dari pada kerikil.

- Kuat tekan agregat, karena sekitar 70% volume beton terisi oleh agregat, sehingga kuat tekan beton didominasi oleh kuat tekan agregat. Jika agregat yang dipakai mempunyai kuat tekan rendah maka akan diperoleh beton yang kuat tekannya rendah.

Kuat tekan beton merupakan faktor yang utama dan penting untuk diperhatikan di dalam pelaksanaan pengecoran. Kekuatan beton akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya umur beton. Pada umur awal, kenaikan mutu beton akan naik secara signifikan, tetapi akan berangsur-angsur mengecil setelah umur 28 hari. Rata-rata beton mencapai kekuatan tekan karakteristik rencananya pada umur 28 hari. Pada umur tersebut kuat tekan karakteristik beton mencapai kekuatan rencananya. Biasanya umur yang digunakan dalam perencanaan adalah umur 28 hari. Dibawah ini adalah grafik hubungan antara umur beton dengan faktor kuat tekannya menurut peraturan beton (PBI 1971).

2. Daya Serap Air Pada Paving Block

Daya serap air paving block adalah persentase berat air yang mampu diserap melalui pori-pori oleh paving block. Hasil ini bisa didapatkan dengan membandingkan berat paving block kering dan basah (setelah perendaman didalam air). berdasarkan SNI 03-0691-1996 seperti pada persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A-B}{B} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat paving block basah

B = berat paving block kering

Menurut SNI 03-0691-1996 mutu paving block ditinjau dari daya serap air dibagi menjadi 4 bagian, seperti pada dibawah ini:

Tabel 4. Serapan Air Maksimum

Mutu	Serapan Air Maksimum (%)
A	3
B	6
C	8
D	10

3. Ketahanan Aus Paving Block

Keausan adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Definisi gesekan itu sendiri adalah gaya tahan yang menahan gerakan antara 2 permukaan solid yang bersentuhan maupun solid dengan liquid (Octoviawan, 2010).

Untuk memperoleh nilai ketahanan aus paving block menggunakan berikut ini :

$$D = 1,2 G + 0,0246$$

Keterangan :

D = ketahanan aus (mm/menit)

G = kehilangan berat atau lama pengausan (gram/menit)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini memakai metode survei, jenis penelitian kuantitatif sedangkan dalam menganalisis data menggunakan statistik deskriptif. Statistik deskriptif digunakan buat menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang sudah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud menghasilkan kesimpulan(Sugiyono,2008).

Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian seperti perilaku, persepsi, motivasi, tindakan dan lain-lain secara holistik dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dengan anfaatkan berbagai metode alamiah (Moleong,2017).

Penelitian bisa dibagi berdasarkan bidang, tempat, pemakaian, tujuan, waktu, jenis, metode, logika, dan filsafat. Jenis penelitian dibagi menjadi penelitian historis, penelitian deskriptif, penelitian perkembangan, penelitian kasus serta penelitian lapangan, penelitian korelasi, penelitian kausal komperatif, penelitian eksperimental sungguhan, penelitian eksperimen semu, penelitian tindakan(Usman dan Akbar, 2008).

Jenis penelitian yang penulis gunakan ialah penelitian deskriptif kuantitatif. deskriptif kuantitatif merupakan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan sesuatu yang sedang berlangsung pada saat penelitian dilakukan selama kurun waktu tertentu menggunakan relatif mendalam dan menyeluruh.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Kota Cimahi dengan titik lokasi sesuai pada tiap paket pekerjaan yang telah di tentukan oleh Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi yang terletak di Jalan Raden Demang Hardjakusumah Blok Jati Cihanjuang Gedung C Lantau IV, Kelurahan Cibabat, Kota Cimahi, Jawa Barat.

3.3 Pemilihan Data

Data yang digunakan untuk penelitian antara lain yaitu sebagai berikut :

1. Spesifikasi bahan material paving block yang terdiri dimensi, daya resap dan kuat tekan bahan material paving block yang digunakan untuk pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak.
2. Persediaan barang atau volume barang pada tiap titik lokasi pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block.
3. Bahan-bahan material pendukung yang digunakan untuk membangun atau merehabilitasi jalan setapak untuk paving block.
4. Data perhitungan bahan-bahan material untuk pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak paving block pada tiap titik lokasi.
5. Gambar-gambar pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak paving block pada setiap lokasi.

3.4 Jenis Data

Adapun jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer. Pengumpulan data pada kegiatan penelitian sangatlah penting sebab berkaitan dengan tersedianya data yang diperlukan buat menjawab perseteruan dalam penelitian, sebagai akibatnya simpulan yang diambil adalah benar. oleh sebab itu pada penelitian, metode pengumpulan data wajib dilakukan menggunakan tepat. Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah:

1. Metode Kuesioner

Kuesioner adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan menggunakan cara memberi seperangkat pertanyaan tertulis pada responden untuk dijawabnya, bisa diberikan secara pribadi atau melalui pos atau internet. Jenis kuesioner ada dua, yaitu tertutup dan terbuka. kuesioner yang dipergunakan dalam hal ini ialah berita umum tertutup yakni informasi lapangan yang telah disediakan jawabannya, sehingga responden tinggal memilih serta menjawab secara pribadi (Sugiyono, 2008).

2. Metode Wawancara

Wawancara merupakan tanya jawab lisan antara dua orang atau lebih secara langsung bermanfaat untuk menerima data berasal tangan pertama (primer), pelengkap teknik pengumpulan lainnya, menguji yang akan terjadi saat pengumpulan data lainnya (Usman dan Akbar, 2008).

3.5 Sumber Data

Sumber data merupakan segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai penelitian terkait. Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data, yaitu sebagai berikut :

1. Data primer

Data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono,2018). Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Peneliti memakai hasil wawancara yang dihasilkan berasal dari informan tentang topik penelitian menjadi data primer.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Dalam Penelitian ini yang menjadi sumber data sekunder ialah menyesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), buku, jurnal, dan artikel yang mengenai bahan material konstruksi.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh data maka metode pengumpulan data adalah langkah yang paling penting pada suatu penelitian. Peneliti yang melakukan penelitian tidak akan mendapatkan data yang diinginkan bila tidak mengetahui metode pada pengumpulan data pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai aturan, berbagai sumber, dan berbagai cara. Bila dilihat dari polanya, data dapat dikumpulkan pada pengumpulan alamiah, pada laboratorium dengan metode eksperimen, di rumah dengan berbagai esponden,

pada suatu seminar, diskusi, di jalan dan lain-lain. Bila dilihat dari sumber datanya, maka pengumpulan data dapat menggunakan sumber primer dan sekunder (Sugiyono,2018).

Keberhasilan dalam pengumpulan data banyak ditentukan oleh kemampuan peneliti menghayati situasi sosial yang dijadikan fokus penelitian. Peneliti dapat melakukan wawancara dengan subjek yang diteliti, mampu mengamati situasi sosial yang terjadi dalam konteks yang sesungguhnya. Peneliti tidak akan mengakhiri fase pengumpulan data sebelum peneliti yakin bahwa data yang terkumpul dari berbagai sumber yang berbeda dan terfokus pada situasi sosial yang diteliti mampu menjawab rumusan masalah dari penelitian, sehingga ketepatan dan kredibilitas tidak diragukan oleh siapapun (Yusuf,2014). Adapun metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Wawancara

Wawancara adalah suatu kejadian atau proses interaksi antara pewawancara dan sumber informasi atau orang yang diwawancarai melalui komunikasi secara langsung atau bertanya secara langsung mengenai suatu objek yang diteliti. Wawancara yang dipilih oleh peneliti adalah wawancara bebas terpimpin (Yusuf,2014).

Informan utama dalam dalam wawancara ini adalah PPTK Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman yang berada di bidang Sarana dan Prasarana Perumahan dan permukiman pada seksie Utilitas yang merupakan otoritas tertinggi dalam mendapatkan informasi dan dapat di dukung dengan beberapa informasi dari informan seperti staf-stafnya yang membantu mengelola data.

2. Observasi

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang mempunyai ciri yang spesifik bila dibandingkan dengan teknik yang lain. Observasi juga tidak terbatas pada orang, tetapi juga objek-objek alam yang lain. Melalui kegiatan observasi peneliti dapat belajar tentang perilaku dan makna dari perilaku tersebut. Observasi dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan

untuk mengetahui kondisi yang sebenarnya jalan setapak yang telah dibangun atau direhabilitasi dengan bahan material paving block dari DPKP.

Pengumpulan data sangat banyak ditentukan oleh peneliti itu sendiri, karena peneliti melihat dan mendengarkan suatu objek penelitian dan kemudian peneliti menyimpulkan dari apa yang diamati. Peneliti yang memberi makna tentang apa yang diamatinya dalam reliabilitas dan dalam konteks yang alami, ialah yang bertanya dan juga melihat bagaimana hubungan antara satu aspek dengan aspek yang lain pada objek yang ditelitinya (Yusuf,2014).

3. Dokumentasi

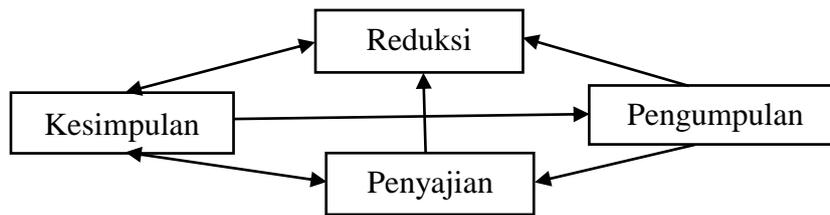
Dokumentasi adalah suatu cara yang digunakan untuk memperoleh data dan informasi dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka dan gambar yang berupa laporan serta keterangan yang dapat mendukung penelitian. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi atau wawancara akan lebih dapat dipercaya atau mempunyai kredibilitas yang tinggi jika didukung oleh foto-foto atau karya tulis akademik yang sudah ada. Tetapi tidak semua dokumen memilih tingkat kredibilitas yang tinggi (Sugiyono,2018).

Dokumentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi dari tinjauan langsung kelapangan atau dimiliki dari staf-staf yang mempunyai data dokumentasi yang berkaitan dengan penelitian ini.

3.7 Metode Analisis Data

Analisis data adalah proses mengorganisasikan dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data (Moleong,2017).

Analisis data dalam penelitian kualitatif, dilakukan pada saat pengumpulan data berlangsung, dan setelah selesai pengumpulan data dalam periode tertentu. Aktivitas dalam analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan berlangsung secara terus menerus sampai tuntas, sehingga datanya sudah jenuh. Miles dan Huberman menawarkan pola umum analisis dengan mengikuti model interaktif sebagai berikut (Sugiyono,2018) :



Gambar 2. Metode Analisa Data

1. Reduksi Data

Reduksi data adalah merangkum, memilih hal-hal yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting yang sesuai dengan topik penelitian, mencari tema dan polanya, pada akhirnya memberikan gambaran yang lebih jelas dan mempermudah untuk melakukan pengumpulan data selanjutnya. Dalam mereduksi data akan dipandu oleh tujuan yang akan dicapai dan telah ditentukan sebelumnya. Reduksi data juga merupakan suatu proses berfikir kritis yang memerlukan kecerdasan dan kedalaman wawasan yang tinggi (Sugiyono,2018).

2. Penyajian Data

Setelah mereduksi data, maka langkah selanjutnya adalah menyajikan data. Dalam penelitian kualitatif, penyajian data dapat dilakukan dalam bentuk table, grafik, *flowchart*, *pictogram* dan sejenisnya. Melalui penyajian data tersebut, maka data dapat terorganisasikan, tersusun dalam pola hubungan, sehingga akan mudah dipahami. Selain itu dalam penelitiankualitatif penyajian data dapat dilakukan dalam bentuk uraian singkat, bagan, hubungan antarkategori, *flowchart*, dan sejenisnya namun yang sering digunakan untuk menyajikan data dalam penelitian kualitatif adalah dengan teks yang bersifat naratif. Melalui penyajian data tersebut, maka data terorganisasikan, dan tersusun sehingga akan semakin mudah dipahami (Sugiyono,2018).

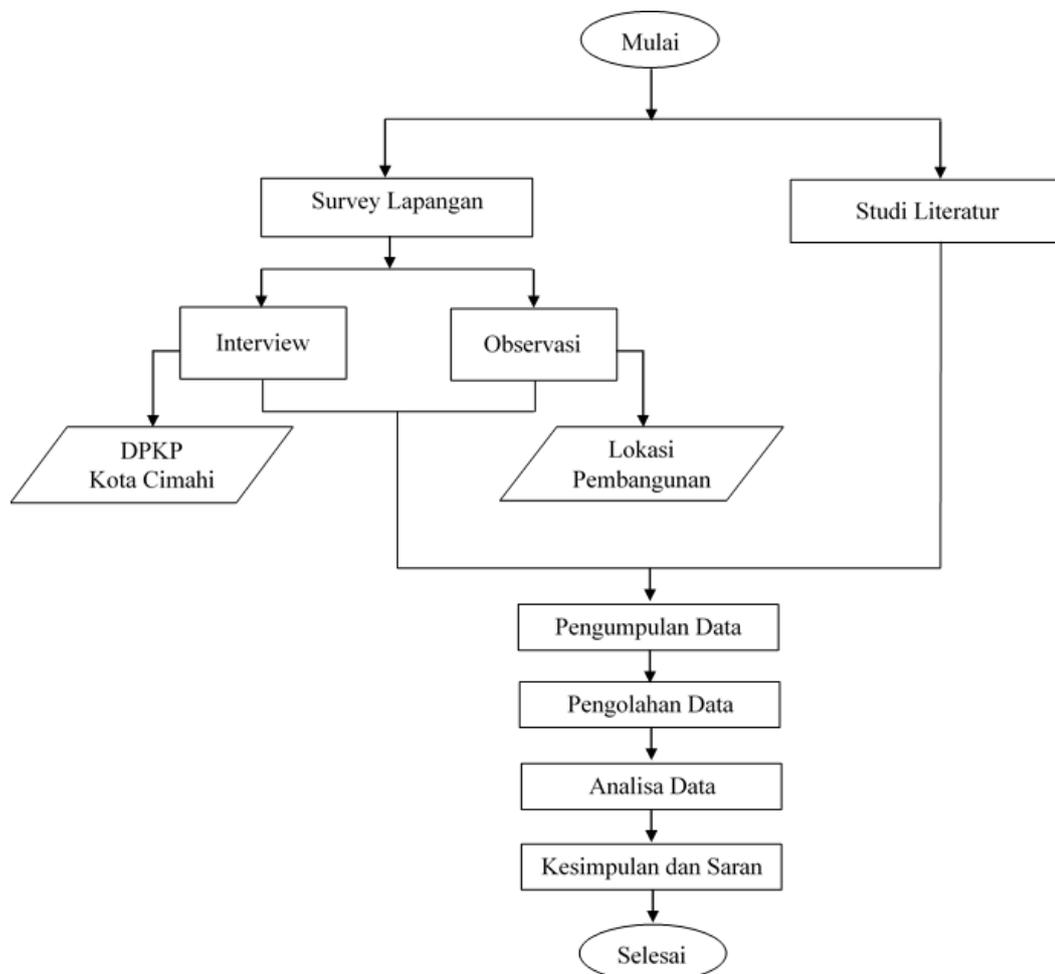
3. Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian kualitatif dapat menjawab rumusan masalah yang dirumuskan sejak awal, tetapi mungkin juga tidak, karena seperti telah dikemukakan bahwa masalah dan perumusan masalah dalam penelitian kualitatif

masih bersifat sementara dan akan berkembang setelah penelitian berada dilapangan. Kesimpulan dalam penelitian kualitatif merupakan temuan baru yang sebelumnya belum pernah ada. Temuan dapat berupa deskripsi atau gambaran suatu objek yang sebelumnya masih belum jelas sehingga setelah diteliti menjadi jelas (Sugiyono,2018).

3.8 Kerangka Metodologi

Dalam melakukan penelitian ini ada tahap-tahap yang akan dilakukan dalam metodologi penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. Kerangka Metodologi

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi yang terletak di Jalan Raden Demang Hardjakusumah Blok Jati Cihanjuang Gedung C Lantau IV, Kelurahan Cibabat, Kota Cimahi, Jawa Barat.

Dalam penelitian ini saya berfokus pada Bidang Sarana dan Prasarana Perumahan dan Permukiman di seksi PSU (Prasarana Sarana Umum) pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi, yang mengambil tentang pekerjaan pembangunan jalan setapak paving block.

4.2 Hasil Wawancara Penelitian

Wawancara yang dilakukan kepada PPTK (Pejabat Pelaksana Teknis Kegiatan) untuk menggali data tentang pekerjaan pembangunan jalan setapak paving block pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

Wawancara dengan narasumber dengan Bapak Suryanto, S.E yang dilaksanakan pada hari Rabu tanggal 18 Januari 2023. Data yang tidak terungkap melalui wawancara akan dilengkapi dengan data hasil observasi langsung dan kajian studi literatur Untuk memperkuat substansi data hasil wawancara dan observasi, maka dilakukanlah penelusuran terhadap dokumen dan arsip yang ada. Semua data hasil penelitian ini diuraikan berdasarkan fokus pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Jenis bahan material perkerasan jalan yang digunakan dalam pembangunan jalan setapak.

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui bahan material yang digunakan dalam pembangunan jalan setapak Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Dari awal sebenarnya pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi sudah menggunakan bahan material paving block untuk pembangunan jalan setapak”.

Berdasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan material paving block sudah digunakan untuk pembangunan jalan setapak dari awal.

2. Efisiensi bahan material paving block dari material perkerasan jalan lainnya

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui seberapa efisien bahan material paving block untuk digunakan dalam pembangunan jalan setapak dari bahan material perkerasan jalan lainnya pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Untuk mengetahuinya kita harus tau dari spesifikasi dari bahan material tersebut yaitu dari segi kecepatan, kekuatan, dan daya serap air karena pembangunan jalan setapak ini berfokus pada permukiman yang sebagian besar kurangnya lahan resapan air”.

Berdasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa penggunaan bahan material paving block sudah dipastikan tepat dalam pembangunan jalan setapak karena mendukung dalam upaya mengantisipasi terhadap banjir yang ada di kawasan permukiman, untuk data lebih lanjutnya saya telah melakukan survey penelitian terhadap tiga bahan material perkerasan jalan yang biasa digunakan dalam pembangunan jalan setapak yaitu aspal, rabat beton dan paving block, untuk lebih jelasnya saya laporkan pada Sub bab 4.7.

3. Bahan - bahan material lainnya untuk pendukung pembangunan jalan setapak paving block

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui bahan - bahan material lainnya yang digunakan dalam pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Dalam pembangunan jalan setapak menggunakan bahan material paving block terdapat bahan lainnya sebagai pendukung yaitu abu batu, pasir beton, semen, batu pecah ½ dan kayu papan”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa terdapat bahan lainnya untuk pembangunan jalan setapak menggunakan paving block, dalam hasil wawancara ini peneliti memperjelas lagi bahan – bahan material pendukung dari hasil studi literatur yang akan di jelaskan pada Sub bab 4.4.

4. Kelebihan dan kekurangan bahan material paving block untuk pembangunan jalan setapak

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan bahan material paving block untuk pembangunan jalan setapak pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Kelebihannya yaitu pelaksanaan dan pemeliharaannya mudah, serta resapan air yang cukup baik, lalu kekurangannya yaitu mudah bergelombang bilamana pondasinya tidak kuat maka jalan setapak dengan bahan material paving block digunakan untuk kendaraan yang tingkat kecepatan yang rendah.”

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa setiap bahan perkerasan jalan terdapat kekurangan dan kelebihanannya masing-masing terlebih lagi terhadap bahan perkerasan jalan paving block yang tepat untuk pembangunan jalan setapak paving block.

5. Manfaat bahan material paving block untuk pembangunan jalan setapak

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui manfaat bahan material paving block dalam pembangunan jalan setapak pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Yang saya sudah jelas bahwa manfaat bahan material paving block untuk pembangunan jalan setapak yaitu untuk mengurangi banjir atau genangan pada permukaan jalan serta memperindah jalan yang semula tidak rapih sehingga masyarakat bukan hanya di permudah dalam akses jalan tetapi memberi nuansa baru pada jalan tersebut”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa pembangunan jalan setapak menggunakan bahan material paving block bukan hanya untuk

mempermudah akses masyarakat tetapi memberi keindahan dan kerapihan di lingkungan masyarakat.

6. Menghitung kebutuhan bahan material dan kebutuhan upah pekerja

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui perhitungan bahan material dan upah pekerja dalam pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Dalam perhitungan bahan material dan upah pekerja di tentukan dengan seberapa volume jalan tersebut lalu melalui perhitungan AHS dapat mencul kebutuhan baik dari material dan upah”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa semua perhitungan kebutuhan material dan upah sudah di tentukan maka dari narasumber memberikan contoh perhitungan tersebut yang saya akan jelaskan pada Sub bab 4.5.

7. Mengkualifikasikan jalan lingkungan dan jalan setapak

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui kualifikasi dari jalan lingkungan dan jalan setapak pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Untuk menentukan mana itu jalan lingkungan dan jalan setapak yaitu di bedakan dari lebar jalan tersebut, dalam jalan setapak lebar maksimal jalan yaitu 140 cm sedangkan jalan lingkungan lebih dari itu dan biasanya jalan lingkungan menggunakan bahan material aspal dan rabat beton”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa kualifikasi jalan lingkungan dan jalan setapak di bedakan melalui lebar jalan tersebut yang mungkin akan di perjelas dengan mengetahui perhitungan bahan material paving block untuk jalan setapak melalui Sub bab 4.5.

8. Konsep Pembangunan jalan setapak menggunakan bahan material paving block

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui konsep jalan setapak menggunakan bahan material paving block pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Konsep pembangunan jalan setapak dengan bahan material paving block yaitu dengan menerapkan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2021 tentang penataan ruang”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa konsep jalan setapak dengan bahan material paving block berpacu pada Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2021 tentang penataan ruang dan untuk memperjelas narasumber memberikan data tentang konsep pembangunan jalan setapak menggunakan bahan materila paving block yang akan peneliti jelaskan pada Sub bab 4.3.

9. Menentukan titik lokasi untuk pembangunan jalan setapak

Peneliti melakukan teknik wawancara terhadap beliau untuk mengetahui bagaimana cara menentukan titik lokasi untuk pembangunan jalan setapak pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi.

“Dalam menentukan titik lokasi pembangunan jalan setapak melalui survey lokasi dan menentukan layaknya jalan tersebut untuk pembangunan jalan setapak yang dapat di indentifikasikan melalui lebar jalan yang sudah dijelaskan sebelumnya”.

Bedasarkan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa untuk menentukan titik lokasi pembangunan jalan setapak yaitu dengan mengkualifikasikan jalan tersebut yang sudah dijelaskan sebelumnya dan narasumber memnberikan data lokasi pembangunan jalan setapak yang akan dijelaskan oleh peneliti di Sub bab 4.6.

4.3 Konsep Perencanaan Jalan Setapak

4.3.1 Tahapan Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal yang akan dilakukan dalam pokok-pokok kegiatan yang akan dilakukan pada tahap ini meliputi :

- Persiapan administrasi.
- Mobilisasi personil.
- Pengumpulan data-data literatur terkait.
- Pengumpulan data awal.
- Perumusan pendekatan dan metodologi.
- Penjadwalan rencana kerja dan penugasan personil.
- Persiapan survei.
- Penyusunan Laporan Pendahuluan

4.3.2 Tahap Survey Lapangan dan Pengumpulan Data

Proses perancangan yang digunakan berisi substansi berupa data :

- Analisa.
- Sintesa.
- Transformasi.
- Konsep.
- Evaluasi.
- Design Akhir.

Teknik pengambilan data yang digunakan untuk memperoleh informasi perancangan tersebut antara lain dengan melakukan wawancara untuk menganalisa dan merangkum pendapat-pendapat atau masukan-masukan. Jenis-jenis data yang dikumpulkan diantaranya :

a. Data Primer

- Data Visual

Kegiatan ini berupa pendokumentasian atau foto yang menunjukkan visualisasi lokasi perencanaan. Data visual ini dimaksudkan untuk

memperoleh gambaran nyata kondisi eksisting di lapangan terutama mengenai potensi dan masalah yang ada.

- Data Pengukuran

Pengukuran dilakukan pada lokasi perencanaan untuk mendapatkan data ukur sebagai dasar penyusunan Perencanaan Jalan Setapak.

- b. Data Primer

- Peraturan yang terkait dengan Penataan Ruang;

- Peruntukan lahan.
- KDB (Koefisien dasar bangunan).
- KDH (Koefisien dasar hijau).
- KLB (Koefisien lantai bangunan).
- KB (Ketinggian bangunan).
- Tipe bangunan.
- GSB (garis sepadan bangunan).

- Peraturan mengenai persyaratan bangunan berupa persyaratan:

- Desain.
- Struktur.
- Instalasi mekanikal atau elektrik.
- Kebakaran.
- Aksesibilitas bagi penyandang cacat.

- Peraturan dan standar perencanaan lainnya yang secara langsung ataupun tidak langsung terkait dengan kegiatan perencanaan bangunan tersebut.

- Peraturan tentang geometric jalan
- Peraturan tentang landscape jalan
- Gambar peta eksisting dan LRK (Lembar Rencana Kota).
- Studi literature

Tahap survei lapangan merupakan tahap kedua yang akan dilakukan dalam rangka pengumpulan data untuk dikaji sebagai bahan perumusan konsep dan strategi yang akan dituangkan dalam rencana dan aspek pelaksanaannya.

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data primer tapak adalah observasi langsung dan studi pustaka. Metode ini digunakan karena ruang lingkup penelitian yang relatif kecil serta ketersediaan data yang terbatas.

4.3.3 Tahap Analisis

Keseluruhan aspek pada tahap inventarisasi akan diolah serta dianalisis sesuai dengan standar atau kriteria dalam perancangan lanskap jalan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui potensi, kendala, dan alternatif solusi. Disamping itu akan dikaji juga terhadap kebijakan dan regulasi yang berlaku.

- a. Mengumpulkan informasi
- b. Mengevaluasi setiap tugas dan kompetensi
- c. Meneliti atau mengkaji progres pekerjaan
- d. Memperbaiki standar dan deskripsi pekerjaan
- e. Menggunakan informasi untuk membuat perubahan

Kegiatan analisis spasial dilakukan secara kuantitatif, dan deskriptif terhadap data primer dan sekunder yang telah dikumpulkan. Data aspek legal digunakan untuk mengidentifikasi peraturan dan regulasi yang berlaku. Data kondisi lanskap jalan digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang dapat mempengaruhi aktifitas elemen yang ada di sekitarnya.

Utilitas dan fasilitas dianalisis dengan menyesuaikan jenis utilitas serta fasilitas dengan aktivitas yang akan dikembangkan pada tapak. Vegetasi dianalisis dengan menyesuaikan lingkungan eksisting dengan syarat tumbuh vegetasi tersebut. Rekomendasi vegetasi tambahan ataupun pengganti disertakan dengan pertimbangan. Data sosial berupa analisis keinginan pengguna dan kebutuhan akan taman dianalisis secara deskriptif melalui wawancara dan observasi langsung. Data sosial dianalisis melalui wawancara kepada pengguna tapak, data sosial digunakan untuk mengetahui keinginan pengguna serta kebutuhan akan landscape jalan.

4.3.4 Konsep dan Prinsip Perencanaan Rehabilitasi Jalan Setapak

Alternatif terbaik yang dihasilkan pada tahap analisa akan dikembangkan menjadi konsep dasar, konsep desain, dan konsep dan rencana pengembangan. Konsep dasar dibuat berdasarkan fungsi dan tujuan utama tapak sebagai landscape jalan kota. Konsep desain merupakan pola yang diaplikasikan pada tapak dengan berbagai pendekatan (kesesuaian tapak, fasilitas dan obyek tujuan) yang mengacu pada konsep dasar. Konsep dan rencana pengembangan meliputi konsep ruang dan aktivitas, tata hijau, sirkulasi, serta rencana fasilitas dan utilitas. Keberhasilan perencanaan jalan setapak untuk tampil baik ditentukan oleh kualitasnya, dan desainnya.

Ada lima prinsip desain dlm suatu desain/ perancangan taman. Kelima prinsip dasar perancangan tersebut menentukan dan mempengaruhi perencanaan perancangan. Berikut adalah prinsip perancangan :

1. Tema

Tema merupakan unsur pemersatu (*Unity*) unsur desain dalam tempat. Karakter suatu tempat ditentukan oleh tema. komposisi yang baik harus memiliki kesatuan yang kompak antara unsur-unsur yang tersusun di dalamnya.

2. Keseimbangan

Keseimbangan konstruksi diterapkan dalam mewujudkan tempat yang aman, sehingga dapat diterapkan dengan mengikuti pola-pola sebagai berikut :

- Pola Simetris (formal)
- Pola Keseimbangan Informal (asimetris)
- Pola Keseimbangan Proksimal atau Distal

3. Skala

Skala menjelaskan perbandingan antara elemen bangunan atau ruang dengan suatu elemen tertentu yang ukurannya sesuai bagi manusia. Pengaturan perbandingan atau skala yang perlu dilakukan adalah antara tanaman dengan bangunan; tanaman dengan tanaman lainnya; dan tanaman dengan manusia. Skala ruang yang dikaitkan dengan kota

dan lingkungan manusianya sehingga menimbulkan rasa memiliki atau betah.

4. Irama

Merupakan perasaan yang menggambarkan suatu alur atau penelusuran suatu taman. Dapat dirasakan dengan menurutkan arah pandangan mata (bergerak) sesuai dengan irama tertentu dari suatu benda ke benda lainnya.

5. Titik perhatian

Titik perhatian, untuk mengarahkan pandangan kepada keselarasan serta estetika dalam pelaksanaan.

4.3 Spesifikasi Paving Block Untuk Pembangunan Jalan Setapak

- Bahan dasar campuran beton
- Toleransi dimensi mengacu pada BS6717-1 : 1993
 - Panjang/lebar : 2 mm
 - Tebal : 3 mm
- Mutu produk mengacu pada SNI 03 - 0691 - 1996
- Kuat tekan rata-rata :Tebal 6 cm = 450 kg/cm²
- Penyerapan air rata-rata 3%
- Ketahanan aus rata-rata 0.09 mm/menit
- Kuat lentur tipe Truepave (AS/NZS 4456.5:2003) 50 Kgf/cm²
- Warna :
 - Natural Regular : *Natural Grey*
 - Khusus : Merah
- Jenis paving block : Truepave
- Dimensi : 20 x 10 cm
- Berat : 2,5 kg
- Tebal : 6 cm



Gambar 4. Paving block Truepave

4.4 Bahan - Bahan Pendukung Dalam Pembangunan Jalan Setapak Paving Block

a. Abu Batu

Abu batu (*stone dust*) adalah material konstruksi dari agregat buatan pengisi dengan ukuran partikel umumnya kurang dari 0,075 mm yang merupakan hasil sampingan atau olahan batu pecah menggunakan alat *stone crusher*, Abu batu bertekstur butiran halus, tajam dan berwarna abu-abu. Memiliki sifat awet, keras dan unsur *pozzolan*, memiliki kandungan senyawa silika serta alumina yang tidak bersifat semen.

Abu batu juga adalah agregat halus yang lolos ayakan diameter 4,75 mm dan tertahan ayakan 0,075 mm, sehingga abu batu adalah limbah yang berguna menjadi campuran bahan material bangunan konstruksi karena abu batu dapat berfungsi sebagai agregat halus pengganti pasir pada campuran beton maupun aspal. Abu batu berasal dari limbah industri pemecahan batu (ISBN 978-623-7533-03-0).

Penggunaan abu batu dalam pembangunan jalan setapak paving block yaitu abu batu memiliki sifat mengikat yang lebih kuat serta jika terkena air akan semakin mengeras. Kemungkinan penurunan (ambblas) pada paving block yang menggunakan pasir lebih tinggi karena pasir mudah teturai jika terkena air. Untuk mendapatkan kuat tekanan paving block yang sesuai, disarankan menggunakan perbandingan komposisi 1PC : 6 abu batu, dengan kekuatan tekanan 200 Kg/Cm².

b. Semen

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*clinker*) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama - sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Hidrolis berarti sangat senang bereaksi dengan air, senyawa yang bersifat hidrolis akan bereaksi dengan air secara cepat.

Semen portland bersifat hidrolis karena di dalamnya terkandung kalsium silikat dan kalsium sulfat yang bersifat hidrolis dan sangat cepat bereaksi dengan air. Reaksi semen dengan air berlangsung secara irreversible, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula.

Penggunaan semen dalam pemabangunan jalan setapak paving block yaitu sebagai bahan campuran dalam membuat beton sebagai kunci pada sisi-sisi jalan setapak paving block agar susunan paving block kuat dan rapih.

c. Pasir Beton

Pasir beton adalah salah satu jenis pasir yang paling banyak dipakai dalam dunia konstruksi. Pasir beton mempunyai tekstur yang keras dan tajam dan sering digunakan dalam berbagai pekerjaan cor struktural seperti kolom balok dan pelat lantai karena sifatnya yang kuat dan kokoh. Agar bisa mendapatkan kualitas pasir beton yang baik

Penggunaan pasir beton dalam pemabangunan jalan setapak paving block yaitu sebagai bahan campuran dalam membuat beton sebagai kunci pada sisi-sisi jalan setapak paving block agar susunan paving block kuat dan rapih.

d. Batu Pecah ½

Batu pecah atau yang bisa disebut batu split atau batu belah adalah material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi ukuran kecil, menggunakan mesin penghancur.

Penggunaan Batu Pecah ½ ini digunakan sebagai bahan pendukung untuk pembuatan beton yang diterapkan sebagai kunci pada jalan setapak paving block.

e. Kayu papan

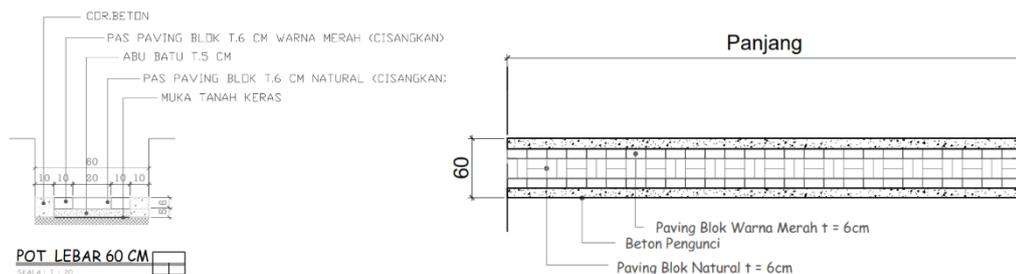
Papan kayu merupakan persegi panjang dari kayu yang dipotong sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Biasanya papan memiliki ketebalan yang tipis. Papan kayu tersebut dapat disusun sesuai dengan kemauan menggunakan sambungan seperti paku, lem, dan baut. Di Indonesia jarang sekali diuji kuat tarik kayu.

Penggunaan kayu papan dalam pembangunan jalan setapak paving block yaitu sebagai bekesting yang di peruntukan untuk cetakan dalam membuat kuncian beton pada jalan setapak paving block.

4.5 Perhitungan Kebutuhan Bahan – Bahan Material Jalan Setapak Paving Block

Dalam perhitung paving block untuk jalan setapak ini terdiri dari beberapa kualifikasi yang ditentukan dengan lebar jalan setapak yaitu 60 cm, 80 cm, 100 cm, 120 cm dan 140 cm untuk panjang jalan setapak dapat di misalkan dengan panjang 10 m dalam perhitungan bahan - bahan material jalan setapak.

4.5.1 Jalan Setapak Paving Block Lebar 60 Cm



Gambar 5. Jalan Setapak Paving Block Lebar 60 Cm

Dik	:	Pajang (P)	:	10 m	(*contoh)
		Lebar (L)	:	60 cm	= 0,6 m
		Lebar Paving Block Warna (Lp)	:	10 cm	= 0,1 m
		Kuncian Beton (Kb)	:	20 cm	= 0,2 m
		Tebal Abu Batu (Ta)	:	5 cm	= 0,05 m

Tebal Paving Block (T_p) : 6 cm = 0,06 m

Dik : Volume dan kebutuhan bahan material jalan setapak paving block

Hasil :

a. Volume Paving Block Warna

$$P \times L_p = 10 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

b. Volume Paving Block Natural

$$P \times ((L - K_b) \times L_p) = 10 \text{ m} \times ((0,6 \text{ m} - 0,2) - 0,1 \text{ m}) = 3 \text{ m}^2$$

c. Volume Abu Batu

$$(P \times L) \times 0,1 \times 0,5 = (10 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}) \times 0,1 \times 0,5 = 0,3 \text{ m}^3$$

d. Mutu Beton K - 125 (B)

$$P \times K_b \times (T_a + T_p) = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times (0,05 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) = 0,22$$

- Semen = $B \times 276$ (*Koefisien) = $0,22 \times 276 = 60,72 \text{ kg}$

- Pasir Beton = $B \times 0,5 = 0,22 \times 0,5 = 0,11 \text{ m}^3$

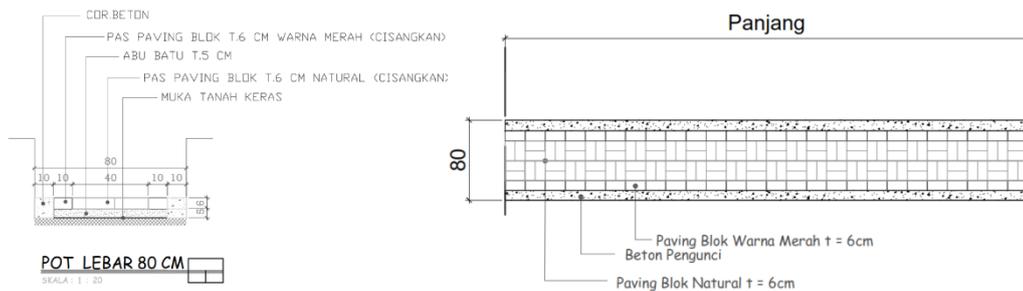
- Batu Pecah = $0,78 \times B = 0,78 \times 0,22 = 0,17 \text{ m}^3$

- Kayu Papan 2 x 20 (4m) = $(P \times 2) / 4 = (10 \times 2) / 4 = 5 \text{ Lembar}$

Jadi kebutuhan bahan material jalan setapak paving block yaitu

- Paving Block Warna : 1 m²
- Paving Block Natural : 3 m²
- Abu Batu : 0,3 m³
- Semen : 60,72 kg
- Pasir Beton : 0,11 m³
- Batu Pecah : 0,17 m³
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) : 5 Lembar

4.4.2 Jalan Setapak Paving Block Lebar 80 Cm



Gambar 6. Jalan Setapak Paving Block Lebar 80 Cm

Dik : Panjang (P) : 10 m (*contoh)
 Lebar (L) : 80 cm = 0,8 m
 Lebar Paving Block Warna (Lp) : 10 cm = 0,1 m
 Kunci Beton (Kb) : 20 cm = 0,2 m
 Tebal Abu Batu (Ta) : 5 cm = 0,05 m
 Tebal Paving Block (Tp) : 6 cm = 0,06 m

Dik : Volume dan kebutuhan bahan material jalan setapak paving block

Hasil :

a. Volume Paving Block Warna

$$P \times L_p = 10 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

b. Volume Paving Block Natural

$$P \times ((L - K_b) \times L_p) = 10 \text{ m} \times ((0,8 \text{ m} - 0,2) - 0,1 \text{ m}) = 5 \text{ m}^2$$

c. Volume Abu Batu

$$(P \times L) \times 0,1 \times 0,5 = (10 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}) \times 0,1 \times 0,5 = 0,4 \text{ m}^3$$

d. Mutu Beton K - 125 (B)

$$P \times K_b \times (T_a + T_p) = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times (0,05 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) = 0,22$$

$$- \text{Semen} = B \times 276 \text{ (*Koefisien)} = 0,22 \times 276 = 60,72 \text{ kg}$$

$$- \text{Pasir Beton} = B \times 0,5 = 0,22 \times 0,5 = 0,11 \text{ m}^3$$

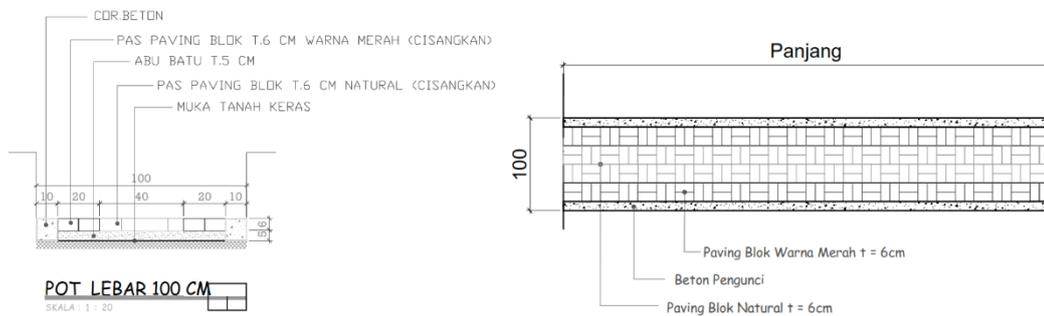
$$- \text{Batu Pecah} = 0,78 \times B = 0,78 \times 0,22 = 0,17 \text{ m}^3$$

$$- \text{Kayu Papan } 2 \times 20 \text{ (4m)} = (P \times 2) / 4 = (10 \times 2) / 4 = 5 \text{ Lembar}$$

Jadi kebutuhan bahan material jalan setapak paving block yaitu

- Paving Block Warna : 1 m²
- Paving Block Natural : 5 m²
- Abu Batu : 0,4 m³
- Semen : 60,72 kg
- Pasir Beton : 0,11 m³
- Batu Pecah : 0,17 m³
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) : 5 Lembar

4.4.3 Jalan Setapak Paving Block Lebar 100 Cm



Gambar 7. Jalan Setapak Paving Block Lebar 100 Cm

Dik	:	Pajang (P)	:	10 m	(*contoh)
		Lebar (L)	:	100 cm	= 1 m
		Lebar Paving Block Warna (Lp)	:	20 cm	= 0,2 m
		Kuncian Beton (Kb)	:	20 cm	= 0,2 m
		Tebal Abu Batu (Ta)	:	5 cm	= 0,05 m
		Tebal Paving Block (Tp)	:	6 cm	= 0,06 m

Dik : Volume dan kebutuhan bahan material jalan setapak paving block

Hasil :

a. Volume Paving Block Warna

$$P \times L_p = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$$

b. Volume Paving Block Natural

$$P \times ((L - K_b) \times L_p) = 10 \text{ m} \times ((1 \text{ m} - 0,2) - 0,2 \text{ m}) = 6 \text{ m}^2$$

c. Volume Abu Batu

$$(P \times L) \times 0,1 \times 0,5 = (10 \text{ m} \times 1 \text{ m}) \times 0,1 \times 0,5 = 0,5 \text{ m}^3$$

d. Mutu Beton K - 125 (B)

$$P \times K_b \times (T_a + T_p) = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times (0,05 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) = 0,22$$

$$\text{- Semen} = B \times 276 \text{ (*Koefisien)} = 0,22 \times 276 = 60,72 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir Beton} = B \times 0,5 = 0,22 \times 0,5 = 0,11 \text{ m}^3$$

$$\text{- Batu Pecah} = 0,78 \times B = 0,78 \times 0,22 = 0,17 \text{ m}^3$$

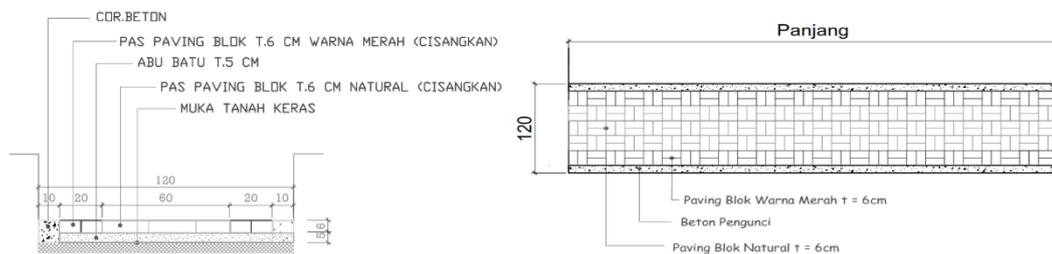
$$\text{- Kayu Papan } 2 \times 20 \text{ (4m)} = (P \times 2) / 4 = (10 \times 2) / 4 = 5 \text{ Lembar}$$

Jadi kebutuhan bahan material jalan setapak paving block yaitu

$$\text{- Paving Block Warna} \quad : \quad 2 \text{ m}^2$$

- Paving Block Natural : 6 m²
- Abu Batu : 0,5 m²
- Semen : 60,72 kg
- Pasir Beton : 0,11 m³
- Batu Pecah : 0,17 m³
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) : 5 Lembar

4.4.4 Jalan Setapak Paving Block Lebar 120 Cm



Gambar 8. Jalan Setapak Paving Block Lebar 120 Cm

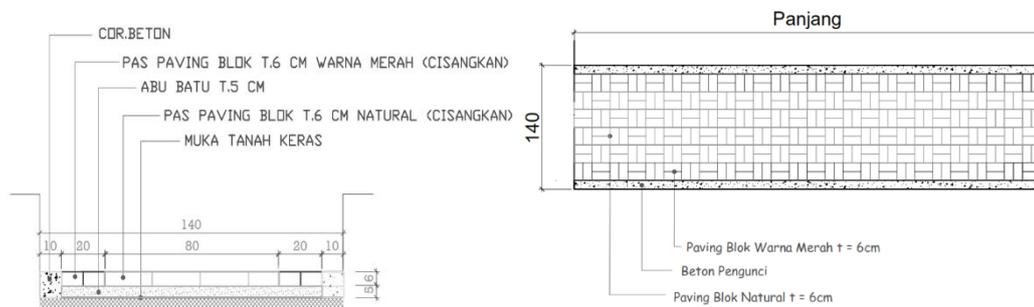
- Dik : Panjang (P) : 10 m (*contoh)
 Lebar (L) : 120 cm = 1,2 m
 Lebar Paving Block Warna (Lp) : 20 cm = 0,2 m
 Kunci Beton (Kb) : 20 cm = 0,2 m
 Tebal Abu Batu (Ta) : 5 cm = 0,05 m
 Tebal Paving Block (Tp) : 6 cm = 0,06 m
- Dik : Volume dan kebutuhan bahan material jalan setapak paving block
- Hasil :
- a. Volume Paving Block Warna
 $P \times L_p = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$
 - b. Volume Paving Block Natural
 $P \times ((L - K_b) \times L_p) = 10 \text{ m} \times ((1,2 \text{ m} - 0,2) - 0,2 \text{ m}) = 8 \text{ m}^2$
 - c. Volume Abu Batu
 $(P \times L) \times 0,1 \times 0,5 = (10 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}) \times 0,1 \times 0,5 = 0,6 \text{ m}^3$
 - d. Mutu Beton K - 125 (B)

- $P \times Kb \times (Ta + Tp) = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times (0,05 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) = 0,22$
- Semen = $B \times 276$ (*Koefisien) = $0,22 \times 276 = 60,72 \text{ kg}$
- Pasir Beton = $B \times 0,5 = 0,22 \times 0,5 = 0,11 \text{ m}^3$
- Batu Pecah = $0,78 \times B = 0,78 \times 0,22 = 0,17 \text{ m}^3$
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) = $(P \times 2) / 4 = (10 \times 2) / 4 = 5 \text{ Lembar}$

Jadi kebutuhan bahan material jalan setapak paving block yaitu

- Paving Block Warna : 2 m^2
- Paving Block Natural : 8 m^2
- Abu Batu : $0,6 \text{ m}^2$
- Semen : $60,72 \text{ kg}$
- Pasir Beton : $0,11 \text{ m}^3$
- Batu Pecah : $0,17 \text{ m}^3$
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) : 5 Lembar

4.4.5 Jalan Setapak Paving Block Lebar 140 Cm



Gambar 9. Jalan Setapak Paving Block Lebar 140 Cm

- Dik : Panjang (P) : 10 m (*contoh)
- Lebar (L) : 140 cm = 1,4 m
- Lebar Paving Block Warna (Lp) : 20 cm = 0,2 m
- Kuncian Beton (Kb) : 20 cm = 0,2 m
- Tebal Abu Batu (Ta) : 5 cm = 0,05 m
- Tebal Paving Block (Tp) : 6 cm = 0,06 m
- Dik : Volume dan kebutuhan bahan material jalan setapak paving block

Hasil :

a. Volume Paving Block Warna

$$P \times L_p = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$$

b. Volume Paving Block Natural

$$P \times ((L - K_b) \times L_p) = 10 \text{ m} \times ((1,4 \text{ m} - 0,2) - 0,2 \text{ m}) = 10 \text{ m}^2$$

c. Volume Abu Batu

$$(P \times L) \times 0,1 \times 0,5 = (10 \text{ m} \times 1,4 \text{ m}) \times 0,1 \times 0,5 = 0,7 \text{ m}^3$$

d. Mutu Beton K - 125 (B)

$$P \times K_b \times (T_a + T_p) = 10 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \times (0,05 \text{ m} + 0,06 \text{ m}) = 0,22$$

$$\text{- Semen} = B \times 276 \text{ (*Koefisien)} = 0,22 \times 276 = 60,72 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir Beton} = B \times 0,5 = 0,22 \times 0,5 = 0,11 \text{ m}^3$$

$$\text{- Batu Pecah} = 0,78 \times B = 0,78 \times 0,22 = 0,17 \text{ m}^3$$

$$\text{- Kayu Papan } 2 \times 20 \text{ (4m)} = (P \times 2) / 4 = (10 \times 2) / 4 = 5 \text{ Lembar}$$

Jadi kebutuhan bahan material jalan setapak paving block yaitu

- Paving Block Warna : 2 m²
- Paving Block Natural : 10 m²
- Abu Batu : 0,7 m²
- Semen : 60,72 kg
- Pasir Beton : 0,11 m³
- Batu Pecah : 0,17 m³
- Kayu Papan 2 x 20 (4m) : 5 Lembar

4.6 Lokasi Dan Volume Titik Lokasi Pembangunan Jalan Setapak Paving Block

Dalam pembangunan jalan setapak paving block di DPKP Kota Cimahi di bagi menjadi 14 paket, pada setiap paket terdiri dari 7 sampai 11 titik lokasi dengan volume titik lokasi yang berbeda-beda tergantung hasil perencanaannya.

Titik lokasi jalan setapak paving block yaitu :

Tabel 5. Lokasi Pembangunan Jalan Setapak Paving Block

No Paket	Kecamatan	Kelurahan	RT	RW	Paving Natural (M2)	Paving Merah (M2)	Total Paving (M2)
Paket 1	Cimahi Utara	Cibabat	01	21	27,36	18,56	45,92
	Cimahi Utara	Cibabat	02	21	25,24	14,72	39,96
	Cimahi Utara	Cibabat	03	16	20,82	13,72	34,54
	Cimahi Utara	Cibabat	01	12	24,36	16,24	40,60
	Cimahi Utara	Cibabat	01	08	34,32	34,32	68,64
	Cimahi Utara	Cibabat	03	05	28,50	20,64	49,14
	Cimahi Utara	Cibabat	05	11	25,80	17,20	43,00
	Cimahi Utara	Cibabat	04	19	28,80	27,36	56,16
		Jumlah				215,20	162,76
Paket 2	Cimahi Utara	Cibabat	01/05	01	25,90	19,80	45,70
	Cimahi Utara	Cibabat	03	01	17,20	17,20	34,40
	Cimahi Utara	Cibabat	05	07	12,20	12,20	24,40
	Cimahi Utara	Cibabat	08	07	12,80	08,00	20,80
	Cimahi Utara	Cipageran	01	09	27,60	27,60	55,20
	Cimahi Utara	Cipageran	01	18	19,68	19,68	39,36
	Cimahi Utara	Cipageran	03	18	49,20	32,80	82,00
	Cimahi Utara	Cipageran	02	19	19,60	19,60	39,20
	Cimahi Utara	Cipageran	01	19	19,60	19,60	39,20
		Jumlah				203,78	176,48
Paket 3	Cimahi Utara	Cipageran	05	04	30,56	30,56	61,12
	Cimahi Utara	Cipageran	01	08	19,20	19,20	38,40
	Cimahi Utara	Cipageran	01	13	28,68	19,12	47,80
	Cimahi Utara	Cipageran	02	06	18,56	18,56	37,12
	Cimahi Utara	Cipageran	01	11	21,40	16,24	37,64
	Cimahi Utara	Cipageran	02	11	22,00	18,00	40,00
	Cimahi Utara	Cipageran	03	11	16,08	16,08	32,16
	Cimahi Utara	Citeureup	03	03	28,24	26,64	54,88
	Cimahi Utara	Citeureup	05	13	15,20	12,60	27,80
		Jumlah				199,92	177,00
Paket 4	Cimahi Utara	Pasirkaliki	3/4	08	24,00	24,00	48,00
	Cimahi Utara	Pasirkaliki	06	08	37,44	24,96	62,40
	Cimahi Utara	Pasirkaliki	01	10	18,40	09,20	27,60

	Cimahi Utara	Pasirkaliki	06	13	45,92	27,76	73,68
	Cimahi Utara	Pasirkaliki	02	06	30,60	19,60	50,20
	Cimahi Tengah	Baros	03	12	25,32	16,48	41,80
	Cimahi Tengah	Baros	03	01	43,80	29,20	73,00
		Jumlah			225,48	151,20	376,68
Paket 5	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	02	19	19,80	13,20	33,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	03	19	27,00	18,00	45,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	05	09	15,60	15,60	31,20
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	06	09	21,00	14,00	35,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	01	04	14,40	13,20	27,60
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	04	08	17,20	17,20	34,40
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	04	04	24,00	12,00	36,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	05	04	20,60	16,00	36,60
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	01	08	20,80	20,80	41,60
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	08	08	14,40	14,40	28,80
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	02	10	21,48	14,32	35,80
		Jumlah			216,28	168,72	385,00
Paket 6	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	04	10	30,00	20,00	50,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	04	07	24,00	16,00	40,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	06	01	15,60	15,60	31,20
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	01	01	22,56	18,56	41,12
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	03	18	32,00	16,00	48,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	04	18	12,00	12,00	24,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	03	02	16,20	10,80	27,00
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	03	03	24,80	19,60	44,40
	Cimahi Tengah	Cigugur Tengah	01	13	23,60	19,20	42,80
	Cimahi Tengah	Karang Mekar	01	10	15,40	12,32	27,72
		Jumlah			216,16	160,08	376,24
Paket 7	Cimahi Tengah	Cimahi	07	01	34,88	21,92	56,80
	Cimahi Tengah	Cimahi	01	01	43,76	35,56	79,32
	Cimahi Tengah	Padasuka	04	03	37,16	23,28	60,44
	Cimahi Tengah	Padasuka	06	06	51,76	28,56	80,32
	Cimahi Tengah	Padasuka	01	07	36,00	24,00	60,00
	Cimahi Tengah	Padasuka	05	07	19,60	09,80	29,40
		Jumlah			223,16	143,12	366,28
Paket 8	Cimahi Tengah	Padasuka	03	10	43,16	26,28	69,44

	Cimahi Tengah	Padasuka	06	12	35,60	30,00	65,60
	Cimahi Tengah	Padasuka	09	18	37,20	22,00	59,20
	Cimahi Tengah	Padasuka	04	18	11,10	06,40	17,50
	Cimahi Tengah	Padasuka	08	18	19,60	11,60	31,20
	Cimahi Tengah	Padasuka	01	19	12,40	12,40	24,80
	Cimahi Tengah	Padasuka	02	19	26,80	16,40	43,20
	Cimahi Tengah	Padasuka	03	19	38,96	27,96	66,92
		Jumlah				224,82	153,04
Paket 9	Cimahi Tengah	Setiamanah	04	03	26,84	20,24	47,08
	Cimahi Tengah	Setiamanah	01	06	36,80	18,40	55,20
	Cimahi Tengah	Setiamanah	03	07	29,00	25,60	54,60
	Cimahi Tengah	Setiamanah	02	12	35,56	22,00	57,56
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	01	02	25,60	12,80	38,40
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	06	02	22,00	18,00	40,00
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	08	02	19,20	17,20	36,40
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	02	05	33,60	22,40	56,00
	Jumlah				228,60	156,64	385,24
Paket 10	Cimahi Selatan	Leuwigajah	07	06	25,20	25,20	50,40
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	05	07	16,00	16,00	32,00
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	04	19	30,00	22,80	52,80
	Cimahi Selatan	Leuwigajah	02	19	38,00	22,00	60,00
	Cimahi Selatan	Cibeureum	03	09	25,20	16,80	42,00
	Cimahi Selatan	Cibeureum	04	09	29,88	25,36	55,24
	Cimahi Selatan	Cibeureum	02	27	14,00	14,00	28,00
	Cimahi Selatan	Cibeureum	08	27	18,40	09,20	27,60
	Cimahi Selatan	Cibeureum	04	28	23,20	23,20	46,40
		Jumlah				219,88	174,56
Paket 11	Cimahi Selatan	Cibeureum	01	03	40,20	31,20	71,40
	Cimahi Selatan	Cibeureum	03	25	21,00	14,00	35,00
	Cimahi Selatan	Melong	05	03	40,00	34,20	74,20
	Cimahi Selatan	Melong	03	03	42,60	31,60	74,20
	Cimahi Selatan	Melong	02	06	30,00	22,00	52,00
	Cimahi Selatan	Melong	02	07	41,26	30,64	71,90
	Jumlah				215,06	163,64	378,70
Paket 12	Cimahi Selatan	Melong	04	07	48,30	35,00	83,30
	Cimahi Selatan	Melong	06	07	16,00	16,00	32,00

	Cimahi Selatan	Melong	04	09	17,20	12,80	30,00
	Cimahi Selatan	Melong	05	26	40,80	40,80	81,60
	Cimahi Selatan	Utama	01	02	19,20	19,20	38,40
	Cimahi Selatan	Utama	03	02	24,80	16,40	41,20
	Cimahi Selatan	Utama	02	03	42,00	32,00	74,00
		Jumlah			208,30	172,20	380,50
Paket 13	Cimahi Selatan	Utama	01	11	43,50	24,40	67,90
	Cimahi Selatan	Utama	02	11	26,70	11,20	37,90
	Cimahi Selatan	Utama	03	12	43,80	28,80	72,60
	Cimahi Selatan	Utama	04	15	30,20	16,20	46,40
	Cimahi Selatan	Utama	01	16	30,00	30,00	60,00
	Cimahi Selatan	Utama	03	16	09,20	09,20	18,40
	Cimahi Selatan	Utama	05	16	36,00	36,00	72,00
			Jumlah			263,20	184,60
Paket 14	Cimahi Selatan	Cibeber	10	08	31,20	19,60	50,80
	Cimahi Selatan	Cibeber	06	07	22,80	11,40	34,20
	Cimahi Selatan	Cibeber	02	07	17,60	14,20	31,80
	Cimahi Selatan	Cibeber	07	07	20,00	20,00	40,00
	Cimahi Selatan	Cibeber	04	14	25,20	12,60	37,80
	Cimahi Selatan	Cibeber	03	05	56,00	28,00	84,00
	Cimahi Selatan	Cibeber	02	02	18,00	18,00	36,00
	Cimahi Selatan	Cibeber	03,04	02	17,60	17,60	35,20
	Cimahi Selatan	Cibeber	05	02	16,40	16,40	32,80
			Jumlah			224,80	157,80

Dokumentasi observasi lapangan di salah satu titik-titik lokasi pada pembangunan jalan setapak paving block yang tersebar di Kota Cimahi. beberapa diantaranya mempunyai lebar dan panjang berbeda – beda sesuai keadaan jalan setapak di setiap lokasi permukiman.



Gambar 10. Dokumentasi Jalan Setapak Paving Block

4.7 Analisis Perbandingan Bahan – Bahan Material Perkerasan Jalan

Pada akhirnya penulis bisa analisis perbandingan bahan - bahan material perkerasan jalan khususnya untuk jalan setapak yaitu terdiri dari Paving Block, Aspal, dan Rabat Beton berdasarkan wawancara, survey dan studi literatur yang akan dinilai dari segi beberapa aspek berupa :

1. Waktu Pelaksanaan

Aspal	(M ³)	:	± 1,5 Menit
Paving Block	(M ³)	:	± 8 Menit
Rabat Beton	(M ³)	:	± 25 Menit

Maka dari segi waktu pelaksanaan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan aspal lebih cepat, dengan presentase Aspal 50%, Paving Block 38% dan Rabat Beton 13 %.

2. Estimasi Biaya

Perhitungan estimasi biaya bahan – bahan material perkerasan jalan yaitu dengan Analisa Harga Satuan menurut Permen PUPR No. 28 Tahun 2016 dan Permen PU No. 11 Tahun 2013.

a. Aspal

Tabel 6. PerkiraanEstimasi Biaya Perkerasan Jalan Aspal

NO	KOMPONEN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	Pekerja				
1	Pekerja	Jam	0,0714	16.200	1.157
2	Mandor	Jam	0,0178	23.063	411
				Jumlah A	1.567
B	Bahan				
1	Agregat Kasar	M3	1,2478	121.000	150.984
2	Agregat Halus	M3	0,1479	161.000	23.812
3	Aspal	Kg	96,5625	12.000	1.158.750
				Jumlah B	1.333.546
C	Peralatan				
	Wheel Loader	Jam	0,0710	39.250	2.787
	Dump Truck	Jam	0,1823	34.500	6.289
	3-Wheel Roaller	Jam	0,0380	84.375	3.206
	ASP. Sprayer	Jam	0,3788	7.765	2.941
	Alat Bantu	Ls	1,0000	25.000	25.000
				Jumlah C	40.224
D	JUMLAH (A+B+C)				1.375.336
E	OVERHEAD & PROFIT 10 %				137.534
F	HARGA SATAUAN PEKERJA (D+E)				1.512.870

b. Paving Block

Tabel 7. PerkiraanEstimasi Biaya Perkerasan Jalan Paving Block

NO	KOMPONEN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	Pekerja				
1	Pekerja	OH	0,2500	129.600	32.400
2	Tukang Batu	OH	0,5000	148.100	74.050
3	Kepala Tukang Batu	OH	0,0500	176.500	8.825
4	Mandor	OH	0,0013	184.500	240
				Jumlah A	115.515
B	Bahan				
1	Paving Block Square Truepave	M3	1,0100	180.000	181.800
2	Abu Batu	M3	0,0500	248.000	12.400
				Jumlah B	194.200
C	Peralatan				
	Alat Bantu	Ls	1,0000	200.000	200.000
				Jumlah C	200.000
D	JUMLAH (A+B+C)				509.715
E	OVERHEAD & PROFIT 10 %				50.971
F	HARGA SATAUAN PEKERJA (D+E)				560.686

c. Rabat Beton

Tabel 8. PerkiraanEstimasi Biaya Perkerasan Jalan Rabat Beton

NO	KOMPONEN	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A	Pekerja				
1	Pekerja	OH	1,6500	129.600	213.840
2	Tukang Batu	OH	0,2750	148.100	40.728
3	Kepala Tukang	OH	0,0280	176.500	4.942
4	Mandor	OH	0,1650	184.500	30.443
				Jumlah A	289.952
B	Bahan				
1	Portland Cement	Kg	8,2600	67.000	553.420
2	Pasir Beton	Kg	0,5675	345.000	195.788
3	Krikil	Kg	0,8508	345.000	293.538
4	Air	Liter	215,0000	200	43.000
				Jumlah B	1.085.745
C	Peralatan				
				Jumlah C	-

D	JUMLAH (A+B+C)	1.375.697
E	OVERHEAD & PROFIT 10 %	137.570
F	HARGA SATAUAN PEKERJA (D+E)	1.513.267

Maka dari segi estimasi biaya dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih murah, dengan presentase Aspal 29 %, Paving Block 57 % dan Rabat Beton 14 %.

3. Tenaga Kerja

Aspal (M³) : ± 2 Orang

Paving Block (M³) : ± 4 Orang

Rabat Beton (M³) : ± 4 Orang

Maka dari segi tenaga kerja dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan aspal lebih sedikit dalam tenaga kerja. dengan presentase Aspal 50 %, Paving Block 25 % dan Rabat Beton 25 %.

4. Kuat Tekan

Aspal (Kg/cm²) : ± 6,26

Paving Block (Kg/cm²) : ± 450

Rabat Beton (Kg/cm²) : ± 249

Maka dari segi kuat tekan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih kuat, dengan presentase Aspal 13 %, Paving Block 50 % dan Rabat Beton 37 %.

5. Pemeliharaan

a. Aspal

Perawatan pada jalan aspal yaitu meliputi perbaikan kerusakan kecil, penambalan lubang, pemburasan, perbaikan kerusakan tepi perkerasan, perawatan trotoar, saluran samping dan drainase bangunan pelengkap jalan dan perlengkapan jalan dan perawatan bahu jalan.

b. Paving Block

Perawatan pada jalan paving block yaitu meliputi perbaikan lapisan bawah pada paving block, perbaikan kuncian pada sisi jalan paving block dan perbaikan dalam meratakan jalan paving block

c. Rabat Beton

Perawatan pada jalan rabat beton yang meliputi Kerusakan dan hilangnya pengisi celah lubang pada sambungan antar slab/pelat sehingga air hujan dapat mengganggu lapisan di bawah slab/pelat beton, Penurunan elevasi slab/pelat terhadap elevasi semula, sehingga membahayakan lalu lintas kendaraan yang melintasinya, Slab/pelat pecah/retak pada sambungan atau tempat lainnya akan mengganggu kestabilan struktur perkerasan dan Tingkat kekasaran permukaan slab/pelat beton menurun atau permukaan slab/pelat menjadi licin dapat membahayakan keselamatan lalu lintas pada kecepatan tinggi.

Maka dari segi pemeliharaan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih mudah dalam pemeliharaan, dengan presentase Aspal 29 %, Paving Block 57 % dan Rabat Beton 14 %.

6. Daya Serap Air

a. Aspal

Informasi tentang besarnya nilai absorpsi agregat diperlukan untuk menilai kemampuan agregat tersebut untuk menyerap air atau aspal. Daya serap agregat yang tinggi mempunyai kemampuan menyerap aspal yang tinggi pula, sehingga aspal tidak hanya berada dibagian luar agregat sebagai selimut aspal yang mudah terkelupas. Namun demikian, agregat yang mempunyai daya serap yang tinggi dapat berupa agregat sangat porus yang mempunyai kekuatan yang rendah. Nilai absorpsi ini berkaitan dengan berat Jenis agregat. Dalam spesifikasi, nilai penyerapan terhadap air yang disyaratkan untuk campuran beraspal maksimum 3%. (ISBN : 978-602-8758-64-2)

b. Paving Block

Menurut SNI 03-0691-1996 mutu paving block ditinjau dari daya serap air dibagi menjadi 4 bagian Mutu A Max 3 %, Mutu B Max 6 %, Mutu C Max 8 % dan Mutu D Max 10 %

c. Rabat Beton

Jalan beton mempunyai daya serap air yang kecil sekali karena jalan beton biasanya di peruntukan untuk elevasi kendaraan berat dan biasaya saat pembuatan

jalan beton didampingi dengan pembuatan saluran irigasi untuk menampung dan mengalirkan air hujan yang ada di permukaan jalan beton.

Maka dari segi daya serapan air dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih baik dalam penyerapan air, dengan presentase Aspal 37 %, Paving Block 50 % dan Rabat Beton 13 %.

7. Persediaan Bahan

a. Aspal

Persediaan aspal di Indonesia cukup banyak tidak terkecuali di daerah Botot Sulawesi Tenggara tetapi harga yang cukup tinggi menjadikan bahan material aspal kebanyakan menggunakan aspal curah.

b. Paving Block

Persediaan Paving Block cukup terbatas terutama dengan kualitas yang baik dibutuhkan proses manufaktur yang cukup lama, oleh karena persediaan paving block dengan kualitas yang baik sangat sulit.

c. Rabat Beton

Persediaan Bahan Material untuk jalan rabat beton sangat banyak dan tersedia di berbagai wilayah karena itu jalan rabat beton sering sekali digunakan sebagai jalan-jalan di lingkungan permukiman.

Maka dari segi persediaan bahan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih baik dalam penyerapan air, dengan presentase Aspal 37 %, Paving Block 13 % dan Rabat Beton 50 %.

8. Dampak Lingkungan

a. Aspal

Dampak yang ditimbulkan bila jalan dibangun menggunakan aspal artinya berkurangnya penyerapan air atau infiltrasi, yang bisa menyebabkan genangan air dan banjir dan berkurangnya persediaan air tanah. Penyusupan artinya masuknya air dari bagian atas ke tanah. Infiltrasi dipengaruhi sangat gravitasi bumi serta melalui pori-pori tanah. Air yang terserap oleh tanah kemudian tertampung menjadi air tanah dalam lapisan akuifer. Model infiltrasi

artinya proses di mana air hujan diserap oleh permukaan tanah. saat hujan, maka sebagian air hujan akan masuk di peredaran air mengalir mirip pada sungai, sebagian lain akan diserap tanah melalui penyusupan. besar dari berapa banyak air yang diserap ini dipengaruhi oleh syarat permukaan tanah. kondisi tanah terbuka yang tidak mempunyai lapisan tumbuhan, atau huma yang tertutup bangunan, aspal serta plester beton akan menyebabkan berkurangnya penyerapan air, pada syarat ini air tidak terserap ke tanah, tetapi malah akan terbentuk genangan air bahkan banjir.

b. Paving Block

Penggunaan paving block berdampak pada berkurangnya genangan air dipermukaan dan mampu menyerap air dengan baik tetapi seiring berjalannya waktu Kerusakan kontur pada paving block yaitu berlubang, bergelombang, membentuk kubangan air, bahkan asal fondasinya yang amblas sebagai akibatnya paving block jua mengalami penurunan dapat menyebabkan akibat dan dampak yang beragam bagi para pengendara serta tunggangan itu sendiri antara lain ban bocor, terjatuh atau terpeleset, bertabrakan menggunakan tunggangan lain, bahkan kerusakan di kendaraan motor contohnya *shockbreaker*, maka penggunaan paving block yang telah dalam keadaan jelek dinilai tak aman serta tidak efektif.

c. Rabat beton

Sama seperti aspal jalan beton berdampak pada berkurangnya penyerapan air juga menyebabkan berkurangnya air tanah, sehingga terjadi kekeringan saat isu terkini kemarau. untuk mengatasi ini, dan mempertinggi resapan air ke tanah, kita harus menjaga ketersediaan ruang terbuka hijau. Bila ada tanah yang terbuka akibat penggundulan hutan, kita wajib melakukan reboisasi atau penanaman kembali buat menghijaukan wilayah yang gersang ini. di wilayah pemukiman padat, mirip perkotaan harus disediakan sebagian daerahnya untuk ruang terbuka hijau, supaya resapan air mampu terjadi, serta tidak muncul banjir.

Maka dari segi dampak lingkungan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih baik dalam penyerapan air, dengan presentase Aspal 29 %, Paving Block 57 % dan Rabat Beton 14 %.

9. Masa Bahan

Aspal	:	± 20 Tahun
Paving Block	:	± 20Tahun
Rabat Beton	:	± 40 Tahun

Maka dari segi masa bahan pada jalan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih baik dalam penyerapan air, dengan presentase Aspal 30 %, Paving Block 30 % dan Rabat Beton 40 %.

10. Peralatan

a. Aspal

Peralatan yang digunakan untuk pembangunan jalan aspal yaitu *Excavator, Dump Truck, Water Tank Truck, Vibratory Roller, Motor Grader, Pneumatic Tire Roller, Tandem roller, Asphalt finisher* dan Alat-Alat konvensional.

b. Paving Block

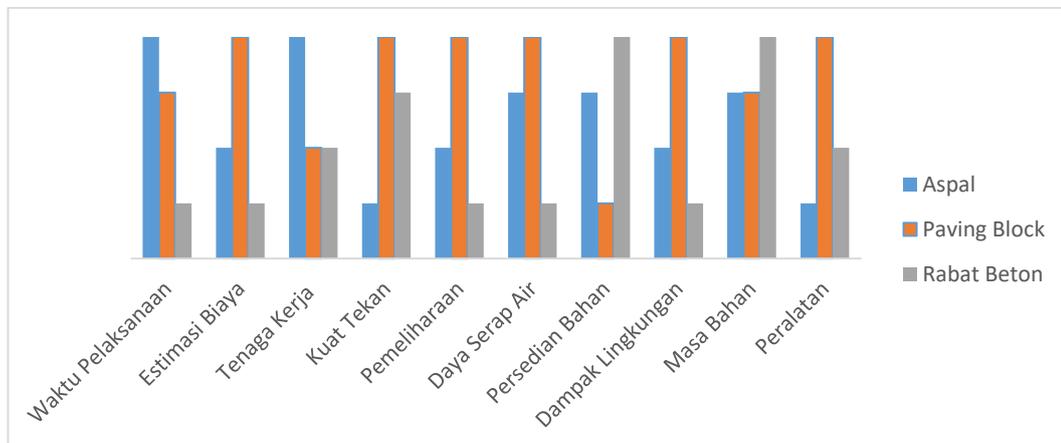
Peralatan yang digunakan dalam pembangunan jalan paving block yaitu hanya berupa alat-alat konvensional terdiri dari kereta dorong, garuk, sekop tangan, sapu lidi, dll.

c. Rabat Beton

Peralatan yang digunakan untuk pembangunan jalan beton yaitu Peralatan Pencampur dan Pengangkut Beton, Mesin Penghampar Beton, Peralatan Pembuat Tekstur Permukaan Beton dan Penghalus beton.

Maka dari segi masa bahan pada jalan dari tiga bahan material perkerasan jalan maka penggunaan paving block lebih baik dalam penyerapan air, dengan presentase Aspal 14 %, Paving Block 57 % dan Rabat Beton 29 %.

Hasil wawancara, survey dan studi literatur pada bahan - bahan material perkerasan jalan yaitu Aspal, Paving Block dan Rabat Beton maka penggunaan bahan material paving block jauh lebih baik untuk jalan setapak di kawasan permukiman di ikuti dengan bahan perkerasan jalan aspal serta rabat beton. maka dari itu penulis mengvisualisasikan dengan grafik di bawah ini.



Gambar 11. Grafik Hasil Wawancara, Survey Dan Studi Literatur

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pembangunan atau rehabilitasi jalan setapak dengan bahan material paving block yang telah dilakukan pada Dinas Kawasan dan Perumahan Permukiman Kota Cimahi dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pembangunan dan rehabilitasi jalan setapak lebih baik menggunakan bahan material paving block di karenakan banyak keuntungan seperti wawancara, survey dan studi literatur yaitu pada perkiraan estimasi biaya yang cukup murah, kuat tekan bahan material paving block yang baik karena di gunakan dalam kawasan permukiman terkecuali digunakan dalam jalan besar yang mempunyai elevasi kendaraan yang berat maka digunakan bahan material perkerasan jalan beton, dalam pemeliharaan jalan jauh lebih baik karena dari segi rehabilitasinya yang cukup cepat serta biaya perawatan atau pemeliharaannya cukup murah, dampak yang terjadi pada lingkungan sangat baik karena dapat mengurangi banjir dan mempeindah estetika jalan, dan peralatan yang digunakan tidak terlalu banyak dibandingkan dengan bahan material perkerasan jalan lainnya.
2. Pembangunan dan rehabilitasi jalan setapak menggunakan bahan material paving block memiliki aspek penting untuk mengurangi terjadinya banjir terutama di kawasan pemukiman yang memiliki lahan resapan yang kecil dan dapat memfasilitasi Prasarana, Sarana Utilitas (PSU) yang akan berdampak pada Fasilitas Sosial dan Fasilitas Umum (Fasos – Fasum) menjadi lebih baik.
3. Pembangunan dan rehabilitasi jalan setapak ada di wilayah kelurahan se Kota Cimahi mempunyai tujuan yaitu meningkatkan kualitas dan kuantitas kelengkapan infrastruktur lingkungan pada perumahan dan permukiman yang dapat menunjang pembangunan untuk Kota Cimahi.

5.2 SARAN

Adapun beberapa Saran yang disampaikan terhadap penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam hasil penelitian ini di temukan bahwa penggunaan bahan material paving block pada pembangunan jalan setapak memiliki kekurangan dari segi aspek waktu pekerjaan dan persediaan bahan yang terbatas oleh karena itu dibutuhkan sistem manajemen bahan material yang baik.
2. Dari hasil penelitian ini juga bahwa pembangunan jalan setapak menggunakan paving block harus terus di evaluasi dan dikembangkan agar penerapan tentang penataan ruang menjadi lebih baik untuk kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alex, K., Herman., Ermiyati. (2012) *Analisa Faktor Umur Paving Block*. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau
- Hamdan, J. (2022). *pembangunan fasilitas umum dan fasilitas sosial utilitas kota cimahi*. cimahi: Agustus 2022.
- Kiswati, S., & Chasanah, U. (2019). *Analisis konsultan manajemen konstruksi terhadap penerapan manajemen waktu pada pembangunan rumah sakit di Jawa Tengah*. Neo Teknika, 5(1).
- Limbong, I., Tarore, H., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2013). Manajemen Pengadaan Material Bangunan dengan Menggunakan Metode MRP (Material Requirement Planning) Studi Kasus: Revitalisasi Gedung Kantor BPS Propinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Sipil Statik*, 1(6).
- Maulia, I., & Suryanita, R. (2019). Sifat Mekanik Paving Block Komposit Sebagai Lapis Perkerasan Bebas Genangan Air (Permeable Pavement). *Jurnal Teknik*, 13(1), 9-16.
- Mulyono, T. (2021). *Bahan Bangunan dan Konstruksi*. Stiletto Book.
- Putra, A., & Alex, K. Pengaruh Variasi Bentuk Paving Block Terhadap Kuat Tekan.
- Rumangun, M. (2009). Manajemen Material Pada Proyek Konstruksi Di Daerah Maluku Tenggara (Doctoral dissertation, UAJY).
- Sibi, F., & Indrayadi, M. (2018). Rancangan Database Untuk Penjadwalan Dan Pengendalian Material Dalam Pelaksanaan Multiproyek Konstruksi. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6(1).
- SNI 03-0691-1996. 1996 *Bata Beton (Paving Block)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2491-2002. 2022 *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 06-2456-1991. 1991 *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 15-2049-2004. 2004 *Semen portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Suharjanto, G. (2011). Bahan Bangunan dalam Peradaban Manusia: Sebuah Tinjauan dalam Sejarah Peradaban Manusia. *Humaniora*, 2(1), 814-825.
- Utama, A., Asnudin, A., & Labombang, M. (2014). Perencanaan dan Pengendalian Material Pada Proyek Konstruksi Palu Grand Mall. *JOURNAL TEKNIK SIPIL DAN INFRASTRUKTUR*, 3(2).
- Utami, D. P. M. (2008). Peran Serta Masyarakat Dalam Pengelolaan Dana Kontigensi Pada Pembangunan Jalan Lingkungan (Studi Kasus: Kelurahan Gedawang Banyumanik Semarang) (Doctoral dissertation, program Pascasarjana Universitas Diponegoro).
- Widiarto, H., Endrawijaya, I., Asih, P., & Samanhudi, A. (2021). Pemasangan Paving Block Jalan Desa Mekar Jaya Kecamatan Panongan Kabupaten Tangerang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru*, 2, 73-79.