



**RASIO KEBUTUHAN BETON DAN BESI TULANGAN
UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK
GEDUNG KEWIRAUSAHAAN KAMPUS TEGAL BOTO
UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN
PERHITUNGAN REGRESI LINIER**

SKRIPSI

Oleh

**DANDY RAHMATULLAH
NIM 131910301117**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**RASIO KEBUTUHAN BETON DAN BESI TULANGAN
UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK
GEDUNG KEWIRAUSAHAAN KAMPUS TEGAL BOTO
UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN
PERHITUNGAN REGRESI LINIER**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik

SKRIPSI

Oleh

**DANDY RAHMATULLAH
NIM 131910301117**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Tercinta Tin Anggini dan Ayah Tercinta Aunul Hakim yang telah mendoakan, membimbing, memotivasi, dan memberikan perhatiannya selama ini.
2. Adik Adik tercinta Muhammad Kemal Mubarak, Nahdliyah Lifah Nur Islami, Ahmad Ilham Gymnastiar Al Hakimi yang selalu mendukung dan mendoakan.
3. Teman – teman “ Kabinet OTW Rabi ” yang selalu mendukung dan menjadi penyemangat di saat gundah selama mengerjakan skripsi, faris sanjik, khafifi, david, sheila, waffi, mas umar kalian luar biasa.
4. Keluarga besar Teknik Sipil angkatan 2013, merasa terhormat sekali bisa berjuang bersama – sama dengan kalian.
5. Guru-guru mulai, SD Al-Ikhlas, SMP N 4 Lumajang, SMA Darul Ulum 2 bppt RSBI Jombang, hingga dosen-dosen Teknik Sipil Universitas Jember yang selama ini telah memberikan ilmu pengetahuannya.
6. Dosen Pembimbing Utama Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T.,M.T. dan Ibu Anita Trisiana, S.T.,M.T. terima kasih atas ilmu dan juga bimbingannya selama mengerjakan tugas akhir ini.

MOTTO

“Tidak ada kata udzur dalam berjuang“

(KH.Wahab Chasbullah)

“Musuh terbesar dalam hidup ini adalah diri sendiri”

“Maka nikmat Tuhan manakah, yang kau dustakan”

(QS. Ar-Rahman : 55)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dandy Rahmatullah

NIM : 131910301117

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “RASIO KEBUTUHAN BETON DAN BESI TULANGAN UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK GEDUNG KEWIRAUSAHAAN KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN REGRESI LINIER” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Dengan pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 November 2020

Yang menyatakan,

Dandy Rahmatullah
NIM. 131910301117

SKRIPSI

**Rasio Kebutuhan Beton dan Besi Tulangan Untuk Pekerjaan Struktur Pada
Proyek Gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember
Menggunakan Perhitungan Regresi Linier**

(The Required Ratio Of Concrete And Iron Frames For Structural Work On The
Entrepreneurship Building Project Tegal Boto Campus University Of Jember
Used Linear Regression Method Of Calculation)

Oleh :

Dandy Rahmatullah
NIM. 131910301117

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T.,M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Trisiana, S.T.,M.T.

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi berjudul “RASIO KEBUTUHAN BETON DAN BESI TULANGAN UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK GEDUNG KEWIRAUSAHAAN KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSTAS JEMBER MENGGUNAKAN PERHITUNGAN REGRESI LINIER” karya Dandy Rahmatullah NIM 131910301117 telah diuji dan disahkan pada :

Hari, tanggal : 13 November 2020

Tempat : Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T.,M.T.
NIP 197005301998032001

Anita Trisiana, S.T.,M.T.
NIP 198009232015042001

Tim Penguji:

Penguji I

Penguji II

Syamsul Arifin, S.T., M.T.
NIP 196907091998021001

Dr.Ir.Krisnamurti, M.T.
NIP 196612281999031002

Mengesahkan,

Dekan

Dr. Ir.Triwahju Hardianto, S.T., M.T.
NIP. 197008261997021001

RINGKASAN

Pembangunan di bidang konstruksi yang terjadi di Indonesia saat ini semakin pesat terutama pada pembangunan di Universitas Negeri Jember. Dalam melakukan proyek pembangunan konstruksi menghitung rasio kebutuhan besi dan beton sangatlah penting. Karena dengan menghitung rasio kebutuhannya dapat mempermudah pengerjaan bagi para insinyur dalam menentukan kebutuhan besi dan beton yang dibutuhkan pada proyek konstruksi. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi berhenti atau tersendatnya sebuah pembangunan proyek konstruksi, salah satu faktor utama yang menyebabkan berhentinya suatu pembangunan proyek konstruksi yaitu kesediaan dana dari pihak owner ataupun kesalahan dalam menghitung anggaran dalam suatu proyek konstruksi. Pada pekerjaan struktur seperti pekerjaan kolom, balok dan plat memerlukan perhitungan dan perencanaan yang benar. Baik itu perencanaannya dimensinya ataupun kebutuhan bahan yang akan digunakan nantinya. Kebutuhan pada proses pengecoran dapat diketahui selisihnya dengan perhitungan pada volume beton bertulang, dari hasil tersebut akan diketahui kebutuhan bahan dalam pekerjaan proyek konstruksi, khususnya besi yang dibutuhkan untuk proses pengecoran beton tersebut. Sehingga pada m^3 beton dapat diketahui berapa kebutuhan besi yang diperlukan meninjau rasio besi dan beton terhadap perhitungan regresi linier

Akan sangat membantu dalam melakukan perhitungan dan memprediksi jumlah kebutuhan besi dan beton pada suatu pekerjaan proyek konstruksi. Maka dari itu, pengendalian terhadap kuantitas dari tiap-tiap pekerjaan struktur perlu diperhatikan. Pada penelitian ini akan dijelaskan secara khusus mengenai analisa perhitungan rasio beton dan besi tulangan dengan cara regresi linier, yang meliputi kebutuhan beton dan besi tulangan. Dengan diketahuinya kebutuhan tersebut maka akan diketahui pula berapa besarnya biaya yang dibutuhkan dalam proses pekerjaan proyek pembangunan.

SUMMARY

Development in the construction sector that is happening in Indonesia is currently increasing rapidly especially in development at the Jember State University. In carrying out construction project calculating the ratio of iron and concrete requirements is very important. Because calculating the ratio of needs can make it easier for engineers to work in determining the iron and concrete requirements required for a construction project. There are several factors that affect the stopping of a construction project, one of the main factor that causes a construction project to stop namely the willingness of fund from the owner or errors in calculating the budget in a construction project. In structural work such as column, beam and plate work requires correct calculation and planing be it planning dimensions or the material requirements to be used later. The need for the casting process can be determined by calculating the volme of reinforced concrete, from these results will be known material requirements in construction project work. especially the iron needed for the concrete casting process. So that the m³ of concrete can be known how much iron is needed review the ratio of iron and concrete to the calculation of liniear regression it will be very helpful in doing calculations and predict the amount of iron and concrete needs in a construction project work therefore, control of the quantity of each sructural work needs to be considered. This research will explain specifically the analysis of the calculation of the ratio of concrete and reinforcing stell by means of linear regression, which includes the needs of concrete and reinforcing iron. By knowing these needs, it will also be given how much costs are needed in the process of construction project work.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Rasio Kebutuhan Beton dan Besi Tulangan Untuk Pekerjaan Struktur Pada Proyek Gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember Menggunakan Perhitungan Regresi Linier. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir.Triwahju Hardianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember;
3. Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing utama skripsi dan Bapak Anita Trisiana, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing anggota skripsi;
4. Bapak Syamsul Arifin, S.T., M.T. dan Pak Dr.Ir.Krisnamurti, M.T. selaku dosen penguji;
5. Dosen – dosen Jurusan Teknik Sipil yang tidak penulis sebutkan satu per satu;

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini. Kritik konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN BIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Regresi Linier.....	4
2.2 Struktur Kolom	5
2.3 Struktur Balok	5
2.4 Manajemen Material Kontruksi	6
2.5 Material Kontruksi.....	7
2.5.1 Bahan Permanen	7
2.5.2 Bahan Sementara	8
2.6 Material Penyusun Beton	9
2.6.1 Tulangan Beton	8
2.6.2 Sengkang/Beugel/Ties	10
2.7 Standar Penulangan Kolom dan Balok	11

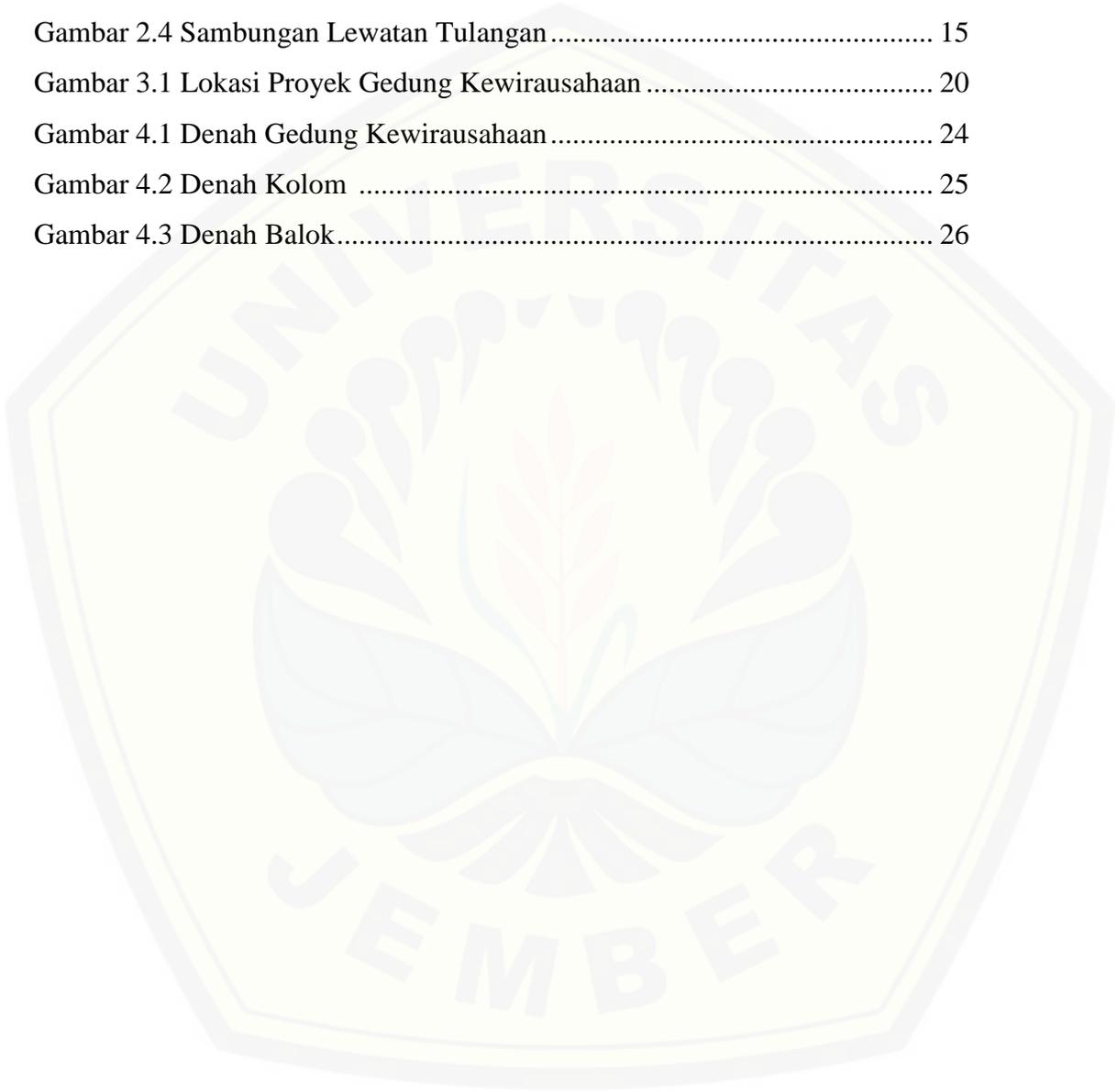
2.7.1 Pembengkokan Tulangan	11
2.7.2 Kait Standar	12
2.7.3 Pelindung Beton Untuk Tulangan (Selimut Beton)	13
2.7.4 Sambungan	14
2.7.5 Ukuran dan Berat Tulangan.....	15
2.7.6 Menghitung Koefesien Kebutuhan Tulangan	15
2.8 Sisa Material (waste).....	16
2.9 Biaya Material.....	18
2.10 Hasil Penelitian Yang Pernah Dilakukan.....	19
2.10.1 Valentino Arya Kusuma.2010.....	19
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Lokasi Penelitian	21
3.2 Prosedur Perhitungan	22
3.3 Keterangan Flowchart	22
3.4 Matriks Penelitian	23
BAB 4. PEMBAHASAN.....	24
4.1 Data Lapangan.....	24
4.1.1 Kolom	24
4.1.2 Balok.....	25
4.2 Perhitungan Volume.....	26
4.2.1 Volume Besi Pada Kolom.....	26
4.2.2 Volume Besi Pada Balok	30
4.2.3 Volume Besi Plat	32
4.2.4 Volume Beton Pada Kolom,Balok dan Plat	33
4.3 Menghitung Rasio Besi Terhadap Beton.....	34
BAB 5. PENUTUP	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Diameter Bengkokan Minimum	11
Tabel 2.2 Kait Standar Untuk Penulangan	12
Tabel 2.3 Tabel Selimut Beton Minimum	13
Tabel 2.4 Tabel Selimut Beton Minimum Untuk Beton Pracetak	14
Tabel 2.5 Diameter Dan Besi Tulangan	15
Tabel 4.1 Detail Kolom Proyek Gedung Kewirausahaan	25
Tabel 4.2 Detail Balok Proyek Gedung Kewirausahaan	26
Tabel 4.2.1Kebutuhan Besi Pada Kolom Lantai 1 Sampai Dengan Lantai 2..	28
Tabel 4.2.2 Kebutuhan Besi Pada Kolom Lantai 3 Sampai Dengan Lantai 6.	29
Tabel 4.2.2 Kebutuhan Besi Pada Balok Lantai 1 Sampai Dengan Lantai 4...	30
Tabel 4.2.2 Kebutuhan Besi Pada Balok Lantai 5 Sampai Dengan Lantai 6...	31
Tabel 4.2.3 Kebutuhan Besi Pada Plat Lantai 1 Sampai Dengan Lantai 6.....	32
Tabel 4.2.3 Kebutuhan Besi Pada Plat Lantai 1 Sampai Dengan Lantai 6.....	33
Tabel 4.3.1 Total Kebutuhan Besi Dan Beton	34
Tabel 4.3.2 Perhitungan Regresi Linier Pada Besi D10	35
Tabel 4.3.3 Perhitungan Regresi Linier Pada Besi D12	36
Tabel 4.3.4 Perhitungan Regresi Linier Pada Besi D16	37
Tabel 4.3.5 Perhitungan Regresi Linier Pada Besi D19	38
Tabel 4.3.6 Perhitungan Regresi Linier Pada Besi D22	39
Tabel 4.3.7 Korelasi Antara Besi D10 Dengan Beton	40
Tabel 4.3.8 Korelasi Antara Besi D12 Dengan Beton	40
Tabel 4.3.9 Korelasi Antara Besi D16 Dengan Beton	41
Tabel 4.3.10 Korelasi Antara Besi D19 Dengan Beton	41
Tabel 4.3.11 Korelasi Antara Besi D22 Dengan Beton	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Campuran Beton	9
Gambar 2.2 Potongan Tulangan Polos Dan Tulangan Ulir	10
Gambar 2.3 Tulangan Polos Dan Tulangan Ulir	11
Gambar 2.4 Sambungan Lewatan Tulangan	15
Gambar 3.1 Lokasi Proyek Gedung Kewirausahaan	20
Gambar 4.1 Denah Gedung Kewirausahaan	24
Gambar 4.2 Denah Kolom	25
Gambar 4.3 Denah Balok.....	26



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan pada bidang konstruksi saat ini yang kerap terjadi yaitu pembangunan pada bangunan bertingkat, namun tidak sedikit pula ketika pelaksanaan proyek konstruksi banyak bangunan yang terbengkalai. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terhentinya proses konstruksi, salah satu penyebab dari kejadian ini ialah ketersediaan budget/dana dari owner (developer) tidak sanggup mencukupi proses penyelesaian pembangunan.

Meninjau rasio besi dan beton sangatlah penting, karena berawal dari hal ini kita bisa menentukan apakah sebuah desain bersifat normal atau tidak normal, Boros atau terlalu hemat, sekaligus menentukan (secara kasar) nilai suatu proyek. Secara umum, rasio besi merupakan nilai perbandingan antara luas besi dalam suatu penampang dengan luas beton keseluruhan. Apabila suatu bagian struktur diketahui distribusi momen serta juga syarat-syarat batas panjang bentang maka beban-beban dapat dihitung serta tulangan yang dibutuhkan. Berdasarkan asumsi tersebut, bahwa struktur yang mempunyai beban, momen yang identik akan mempunyai volume tulangan yang identik pula.

Pada pekerjaan struktur seperti pekerjaan pondasi, balok, plat serta tangga memerlukan perencanaan dan perhitungan yang benar. Baik itu perencanaan dimensinya maupun kebutuhan bahan yang akan dipakai nantinya. Kebutuhan bahan pada proses pengecoran dapat diketahui selisihnya dengan perhitungan terhadap volume beton bertulang, hasil perhitungan tersebut akan diketahui kebutuhan bahan khususnya besi yang dibutuhkan untuk proses pengecoran beton tersebut. Sehingga pada setiap m³ beton dapat diketahui berapa besi yang diperlukan

Dengan demikian, sangat perlu diperhatikan untuk setiap pekerjaan struktur bangunan diperlukan kuantitas yang terkendali, Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa khusus mengenai perhitungan rasio beton dan besi tulangan dengan cara analisis regresi linear, yang meliputi kebutuhan beton dan besi

tulangan. Dengan diketahuinya kebutuhan bahan tersebut, maka dapat diketahui juga berapa besarnya biaya yang dibutuhkan pada proses pekerjaan tersebut. Sehingga pihak konsultan maupun kontraktor nantinya mempunyai nilai asumsi untuk menentukan harga pembetonan tersebut.

Dalam hal ini, penulis mencoba mengangkat salah satu perhitungan “Bagaimana mencari perbandingan antara volume beton dan volume besi tulangan pada struktur gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember menggunakan perhitungan regresi linier”. Karena perbandingan tersebut dapat memprediksi kebutuhan bahan pengecoran (khususnya besi). Selain itu juga dapat menjadi acuan nilai identik untuk proses pelelangan baik untuk konsultan maupun kontraktor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, rumusan masalah yang akan dianalisa dalam proyek tugas akhir ini yaitu berapa rasio besarnya besi tulangan terhadap beton pada proyek gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah :

- A. Menghitung nilai output rasio besi terhadap beton pada gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember
- B. Mendapatkan nilai rasio beton kolom, balok dan plat.
- C. Mengetahui biaya dari rasio terhadap beton

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari terwujudnya dengan dibuatnya tugas akhir ini adalah antara lain:

- A. Program yang dihasilkan dalam Tugas Akhir ini diharapkan menambah kemudahan bagi para engineer yang ingin mengetahui rasio besi tulangan
- B. Dapat mengetahui rasio beton kolom, balok dan plat

- C. Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi untuk mengembangkan program-program lain yang lebih kompleks di masa yang akan datang, sehingga dapat menambah wawasan baru bagi para engineering.

1.5 Batasan Masalah

Permasalahan dan pembahasan pada tugas akhir ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

- A. Studi tugas akhir ini hanya meninjau rasio kebutuhan besi tulangan
- B. Studi tugas akhir ini hanya meninjau rasio kebutuhan beton bertulang kolom, balok dan plat.
- C. Studi tugas akhir ini hanya menggunakan aplikasi sederhana microsoft excel.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Linier

Analisis regresi linier adalah suatu metode yang memiliki penggunaan untuk menganalisis hubungan antarvariabel. Hubungan tersebut dapat dijadikan kedalam bentuk persamaan yang menghubungkan antara variabel terikat Y dengan satu atau beberapa variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_k . Dalam hal ini hanya terdapat satu variabel bebas, maka model yang didapatkan disebut model regresi linier sederhana, namun apabila variabel bebas yang digunakan lebih dari satu, model yang didapatkan disebut model regresi linier berganda. Pada umumnya hubungan yang diperoleh dinyatakan dalam beberapa bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara beberapa variabel. Menentukan mana variabel yang bebas dan juga yang terikat dalam beberapa hal tentu saja tidak mudah untuk dilaksanakan. Studi yang harus cermat, diskusi yang seksama serta juga melalui berbagai pertimbangan, Suatu bentuk yang wajar dalam masalah yang sedang dihadapi dan juga pengalaman akan sangat membantu dalam memudahkan penentuan. Variabel yang mudah didapat ataupun yang tersedia sering dikelompokkan ke dalam variabel bebas sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang terjadi karena variabel bebas. Regresi linier sederhana dapat digunakan untuk memperoleh suatu hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel bebas tunggal dengan variabel bebas tak tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas. Salah satu bentuk yang sering digunakan pada persamaan regresi linier untuk populasi ialah :

$$Y = a + bx$$

Y = Variabel takbebas

x = Variabel bebas

a = Parameter Intercep

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan antara a dan b bisa juga dengan memakai metode kuadrat yang terkecil, yaitu cara yang digunakan untuk menentukan koefisien persamaan a dan b dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil. Dengan demikian dapat ditentukan:

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum Y_i)(\sum X_i Y_i)}{n\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n\sum X_i Y_i - (\sum Y_i)(\sum X_i)}{n\sum X_i - (\sum X_i)^2}$$

2.2 Struktur Kolom

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari sebuah rangka struktur yang menanggung beban dari balok. Pada suatu bangunan, Kolom adalah suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan sangat penting, Kolom yang mengalami keruntuhan merupakan titik lokasi yang bisa menimbulkan robohnya (collapse) lantai yang berkaitan serta juga roboh (total collapse) seluruh bagian struktur (Sudarmoko, 1996). Fungsi kolom ialah sebagai penerus beban seluruh bangunan kepada pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti halnya pada kerangka tubuh seorang manusia yang menanggung sebuah bangunan dapat berdiri.

Kolom dengan menggunakan pengikat sengkang lateral merupakan salah satu jenis dari kolom bertulang. Kolom ini adalah kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada beberapa jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan fungsinya yaitu untuk memegang tulangan pokok memanjang supaya tetap kokoh pada tempatnya (Istimawan Dipohusodo, 1994).

2.3 Struktur Balok

Balok adalah suatu bagian dari konstruksi dimana balok ini fungsinya untuk menanggung beban yang diterima oleh plat beban balok anak, serta juga beban-beban lain yang terjadi di atasnya, lalu diteruskan kepada kolom. Pada struktur balok memiliki bagian balok induk yang memiliki fungsi untuk membagi plat segment menjadi pengikat antar kolom, sehingga beban yang luas hingga ke beban

yang kecil dapat di tanggung.serta balok anak yang tumpuannya pada balok induk akan menerima beban dari plat lalu diteruskan kepada balok induk.

2.4 Manajemen Material Konstruksi

Dari total biaya proyek,pemakaian material yang digunakan mempunyai peranan penting dan juga prosentase yang cukup besar menurut (Ervianto, 2004). Dari sebagian penelitian menyebutkan bahwasanya biaya material meresap 50 - 70% dari anggaran biaya proyek, untuk penyimpanan material biaya ini belum termasuk. Maka dari itu,untuk membeli diperlukan teknik manajemen yang benar dan tepat, mendistribusikan, menyimpan, serta pentingnya material konstruksi yang perlu dihitung.Supaya meminimalisasi kegagalan dengan menjaga sistem manajemen yang tepat untuk material konstruksi akan berdampak buruk dari segi *financial* dan kemajuan pelaksanaan pekerjaan yang mencakup :

- a) Bahan yang diperlukan tak tersedia.
- b) Rusaknya material yang akan digunakan.
- c) Material yang tersedia tidak sesuai dari spesifikasi untuk memenuhi persyaratan.

Material dapat digolongkan serta dibedakan menjadi tiga kategori:

- a) *Engineered materials*, adalah produk yang dibuat khusus berdasarkan perencanaan dan perhitungan secara teknis.Sepanjang masa pelaksanaan proyek akan dijelaskan secara khusus dalam gambar mengenai material ini.
- b) *Bulk materials*, merupakan standar industri dalam membuat suatu produk tertentu. Seperti halnya kabel dan pipa,material jenis ini juga sulit untuk diperkirakan karena berbagai macam jenisnya.
- c) *Fabricated materials*, merupakan produk yang dirangkai tidak pada lokasi material tersebut berada tetapi dipakai di luar lokasi proyek seperti rangka baja serta kusen

2.5. Material Konstruksi

Dalam sebuah proyek Bahan konstruksi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bahan yang tidak akan menjadi tetap pada struktur bangunan (bahan sementara). Serta bahan yang nantinya akan menjadi bagian yang tetap dari sebuah struktur bangunan (bahan permanen) dan juga bahan yang dibutuhkan kontraktor untuk membangun suatu proyek.

2.5.1 Bahan Permanen

Bahan permanen merupakan bahan yang diperlukan bagi kontraktor untuk membentuk bangunan yang memiliki sifat melekat tetap sebagai unsur bangunan. Jenis bahan tersebut akan di perlihatkan secara rinci dalam dokumen kontrak (spesifikasi dan gambar kerja). Beberapa rician bahan permanen meliputi :

- a. Spesifikasi yang digunakan pada bahan
- b. Diperlukannya kuantitas bahan
- c. Uji coba yang harus dilakukan terhadap setiap bahan yang diperlukan sebelum bahan diterima

Dengan digunakannya rincian yang tercantum pada dokumen kontrak, kontraktor harus menetapkan pemasok bahan yang akan digunakan. Tiga sumber pemasok bahan permanen:

- a. Pemberi tugas yang mungkin menyediakan bahan tertentu untuk digunakan oleh kontraktor.
- b. Berdasarkan kontrak terpisah dimana kontraktor utama meminta subkontraktor untuk menyediakan bahan permanen.
- c. Bahan permanen yang disediakan oleh kontraktor sendiri.

Kontraktor harus tetap menyiapkan manajemen yang dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan prsoses konstruksi dimana dalam kasus yang memiliki bahan permanen disediakan oleh pemberi tugas seperti berikut :

- a. Tepatnya waktu kedatangan barang.
- b. Sebelum digunakan harus dibongkar dan disimpan dengan benar.
- c. Dalam bagian proyek dipasang dengan baik dan benar.

Banyaknya bahan permanen yang disediakan untuk kontraktor dari yang memberikan tugas perlu digunakan dalam proyek yang sangat beragam antara proyek yang satu dengan proyek lainnya. Adapun dalam sebagian proyek bangunan, jumlah ini relatif kecil (contohnya dalam membangun sebuah jalan raya). Sedangkan yang terdiri dari bahan sejenis ini pada proyek yang lain mungkin bisa mencapai 80-90%.

2.5.2. Bahan Sementara

Dalam membangun suatu proyek diperlukannya bahan oleh kontraktor, akan tetapi setelah digunakan tidak akan menjadi bagian dari bangunan (disingkirkannya bahan ini). Dalam dokumen kontrak untuk jenis bahan ini tidak dicantumkan, sehingga kebutuhan bahan yang diperlukan beserta penyediaanya bebas ditentukan oleh kontraktor sendiri. Dan untuk jenis bahan ini kontraktor tidak akan mendapatkan bayaran secara eksplisit di dalam kontrak. Sehingga, dalam biaya pelaksanaan berbagai macam pekerjaan yang termasuk kedalam kontrak harus dimasukkan oleh pihak pelaksana.

Pada sebuah kasus proyek jembatan rangka baja yang termasuk kedalam jenis bahan bakar sementara yaitu bahan bakar suku cadang alat konstruksi serta perancah. Biasanya yang menyediakan seluruh bahan yang diperlukan melewati beberapa sumbernya sendiri atau dengan subkontraktor ialah kontraktor itu sendiri. Kontraktor sebisa mungkin bertindak dengan hati-hati agar harapannya bahan ini bisa dipergunakan kembali pada pekerjaan yang lain. Beberapa jenis material yang akan digunakan saat pelaksanaan penyusunan beton bertulang ada dibawah ini.

2.6 Material Penyusun Beton

Beton merupakan suatu campuran dari semen hidrolik yang lain ataupun semen portland, agregat kasar, agregat halus dan juga air. menggunakan maupun tidak digunakannya tambahan yang membentuk massa padat. Sejalan dengan penambahan umur, pada usia 28 hari maka kekuatan beton akan mencapai kekuatan rencana (f_c) dan semakin mengeras.



Gambar 2.1. Campuran Beton

2.5.2 Tulangan Beton

Pada batang baja yang bentuknya ulir maupun polos atau bentuknya pipa yang memiliki fungsi sebagai penahan gaya tarik dalam bagian struktur beton, tendon prategang tidak termasuk.

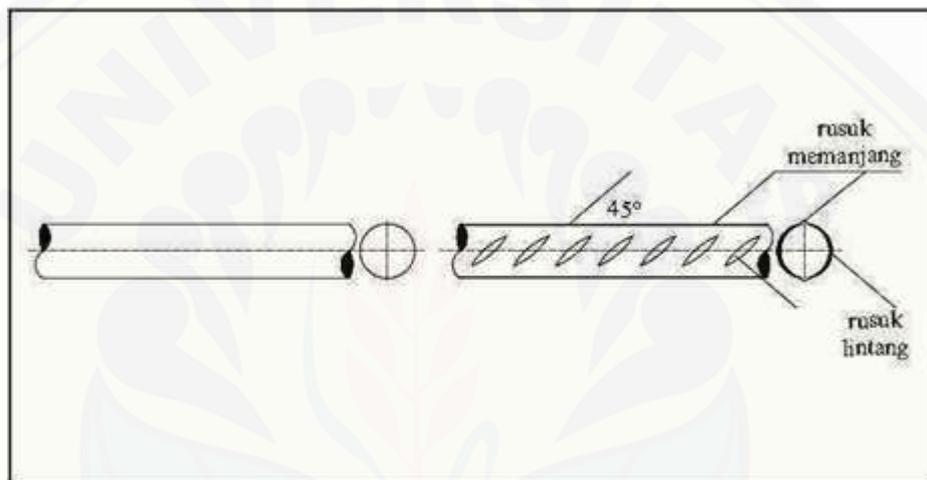
Berdasarkan pada bentuknya, baja tulangan beton dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton ulir.

1. Baja tulangan beton polos

Baja tulangan beton polos merupakan baja tulangan beton yang memiliki penampang bundar dengan permukaan yang rata tidak bersirip, bisa juga disebut dengan BjTP.

2. Baja tulangan beton ulir

Berdasarkan SNI 07-2052-2002 baja tulangan beton ulir merupakan baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang memiliki permukaan sirip melintang serta rusuk memanjang yang diartikan untuk meningkatkan kelekatan dan berguna untuk menanggung gerakan membujur dari batang secara relatif kepada beton, disebut BjTD. Dan notasi untuk menjelaskan ukuran yaitu besarnya diameter pada besi polos diberi notasi Φ dan pada besi ulir (*deformed*) dengan notasi D (huruf D besar).



Gambar 2.2. Potongan Tulangan Polos dan Tulangan Ulir

2.6.2. Sengkang/Beugel/Ties

Menurut peraturan SNI 03-2847-2002, penjelasan mengenai sengkang merupakan tulangan yang dipergunakan untuk menanggung torsi dan tegangan geser kedalam suatu komponen struktur, terbuat Jaring kawat baja las ulir maupun polos atau kawat baja, memiliki bentuk kaki tunggal atau ditekukkan kedalam bentuk L, U ataupun persegi dan dipasang membentuk sudut ataupun tegak lurus, terhadap tulangan longitudinal, digunakan dalam komponen struktur lentur tembok. Sengkang pengikat/*ties* merupakan komponen struktur tekan kolom yang menggunakan sengkang tertutup penuh.



Gambar 2.3. Tulangan Polos dan Tulangan Ulir

2.7 Standar Penulangan Kolom dan Balok

2.7.1 Pembengkokan Tulangan

Pembengkokan merupakan perubahan arah yang dibutuhkan batang. Pada pembengkokan batang utama harus memiliki garis tengah paling sedikit $10 \times \emptyset$ tulangan.

Ketentuan untuk pembengkokan tulangan harus memiliki unsur sebagai berikut:

1. Bengkokan 180° ditambah dengan perpanjangan $4 \times \emptyset$ tulangan, tapi tidak kurang dari 60 mm, pada ujung bebas kait;
2. Bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan $12 \times \emptyset$ tulangan, pada ujung bebas kait.

Tabel 2.1 Diameter bengkokan minimum (Anonim 2, 2002)

Ukuran tulangan	Diameter minimum
D-10 sampai dengan D-25	6db
D-29, D-32,	8db
D-44 dan D-56	10db

Sesuai dengan yang ditunjukkan dalam beberapa gambar rencana dengan menggunakan toleransi yang diisyaratkan oleh perencana batang tulangan harus dipotong dan dibengkokkan.

2.7.2. Kait Standar

Untuk memenuhi ketentuan pembengkokan pada tulangan yaitu sebagai berikut:

- 1). Pada ujung bebas kait, Bengkokan 180° ditambah perpanjangan 4db, akan tetapi tidak kurang dari 60 mm.
- 2). Pada ujung bebas kait, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 12db.
- 3). Untuk sengkang dan juga kait pengikat:
 - a). Pada ujung kait, Batang D-16 dan juga yang lebih kecil, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 6db, atau
 - b). Pada ujung bebas kait batang D-19, D-22, dan D-25, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 12db, atau
 - c). Pada ujung bebas kait Batang D-25 dan juga yang lebih kecil, bengkokan 135° ditambah dengan perpanjangan 6db.

Tabel 2.2. Kait Standard untuk Penulangan (Anonim 2, 2002)

KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_b	DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM D	l_t MINIMUM
180°		10 - 25 mm	6 d_b	YANG TERBESAR ANTARA 4 d_b ATAU 65 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
135°		10 - 25 mm	6 d_b	YANG TERBESAR ANTARA 6 d_b ATAU 75 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
90°		10 - 25 mm	6 d_b	20 d_b
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	

KAIT STANDARD UNTUK SENGGANG DAN PELAT				
KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_s	DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM D	l_t MINIMUM
135°		8 - 16 mm	4 d_s	YANG TERBESAR ANTARA 6 d_s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d_s	
90°		8 - 16 mm	4 d_s	8 d_s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d_s	

2.7.3. Pelindung Beton untuk Tulangan (Selimut Beton)

Pada tabel 2.3 menjelaskan bahwa untuk tulangan harus memenuhi ketentuan yang tertera untuk tebal selimut beton minimum yang harus disediakan pada beton bertulang.

Tabel 2.3. Tebal Selimut Beton Minimum (Anonim 2, 2002)

	Tebal selimut minimum (mm)
a) Beton yang ditor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
Batang D-19 hingga D-56.....	50
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil	40
c) Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah:	
<u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
Batang D-44 dan D-56.....	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil.....	20
<u>Balok, kolom:</u>	
Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral.....	40
<u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat:</u>	
Batang D-19 dan yang lebih besar.....	20
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil	15

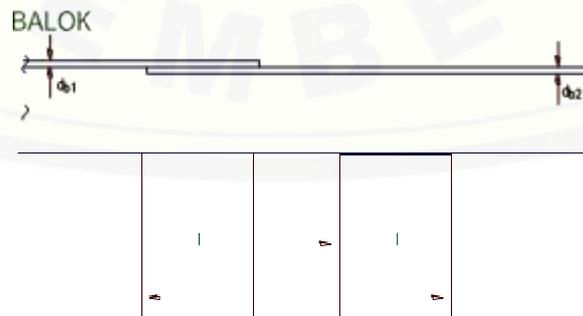
Pada beton pracetak (dibuat dengan menyertai proses dalam pengawasan pabrik), tebal pada minimum selimut beton harus dipersiapkan untuk tulangan.

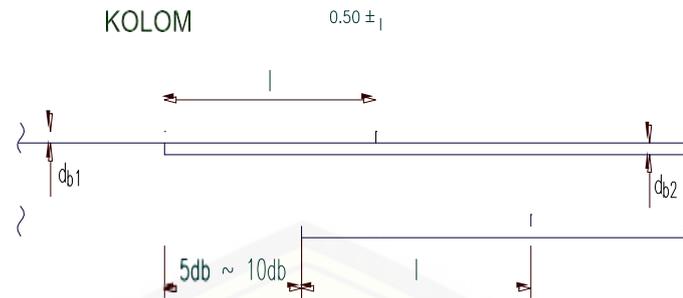
Tabel 2.4. Tebal Selimut Beton Minimum untuk Beton Pracetak (Anonim 2, 2002)

	Tebal selimut minimum (mm)
a) Beton yang berubung dengan tanah atau cuaca:	
<u>Panel dinding:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	40
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil.....	20
<u>Komponen struktur lainnya:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	50
Batang D-19 sampai batang D-36.....	40
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil.....	30
b) Beton yang tidak langsung berubung dengan cuaca atau tanah:	
<u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	30
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil.....	15
<u>Balok, kolom:</u>	
Tulangan utama.....	*
Sengkang pengikat, sengkang, lilitan spiral.....	10
<u>Komponen sengkang, pelat lipat:</u>	
Batang D-19 dan batang yang lebih besar.....	15
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil.....	10
* d_b (tetapi tidak kurang dari 15 dan tidak perlu lebih dari 40)	

2.7.4. Sambungan

- 1). Sengkang pengikat yang baik harus melewati tulangan yang menerus dan juga pengukuran tulangan dari komponen rangka utama (misalnya pertemuan kolom dan juga balok).
- 2). Sengkang ataupun spiral, Pada beton eksternal atau sengkang pengikat tertutup lateral, atau disebut juga dengan sengkang pengikat pada pertemuan.





Gambar 2.4. Sambungan Lewatan Tulangan

2.7.5. Ukuran dan Berat Tulangan

Pada tabel 2.5 mencantumkan daftar berat besi tulangan, berat besi tulangan dapat dipengaruhi dari masing masing jenis dan diameternya

Tabel 2.5. Diameter dan Berat Besi Tulangan (Anonim 1, 2002)

UKURAN (mm)	BERAT (Kg/m)
Ø6	0,2222
Ø8	0,3955
D10	0,6171
D12	0,8884
D13	1,044
D14	1,122
D16	1,583
D19	2,233
D22	2,981
D25	3,854

2.7.6 Menghitung Koefisien Kebutuhan Tulangan

Dalam suatu ukuran pekerjaan beton, koefisien kebutuhan tulangan dapat dihitung dengan mencari kebutuhan tulangan per satuan volume. Dari beberapa kebutuhan tulangan yang ada dalam suatu pekerjaan beton akan di bandingkan

menggunakan analisis harga satuan yang telah di atur besar kebutuhannya yaitu berdasarkan SNI 7394 – 2008 mengenai prosedur perhitungan harga satuann pekerjaan beton dalam konstruksi bangunan gedung dan juga perumahan.besaran koefisien kebutuhan tulangan ditetapkan dengan tiap tiap elemen pekerjaan sebagai berikut.

- 1.Dalam kolom beton bertulang dibuat 1m³ (300 kg besi)
- 2.Dalam sloof beton bertulang dibuat 1m³ (200 kg besi)
- 3.Dalam balok beton bertulang dibuat 1m³ (200 kg besi)
- 4.Dalam plat beton bertulang dibuat 1m³ (150 kg besi)

2.8 Sisa Material (Waste)

Sisa material atau bisa disebut juga dengan waste merupakan kelebihan kuantitas material yang digunakan,akan tetapi tidak menambah suatu nilai pekerjaan.Penggunaan material di lapangan kerap kali terjadi sisa material yang jumlahnya cukup besar pada tahap pelaksanaan konstruksi.Sehingga meminimalisasi sisa material merupakan suatu upaya penting untuk dilakukan.Dalam pelaksanaan konstruksi dapat digunakan material yang juga dapat digolongkan kedalam dua cabang besar (Gavilan dan Bernold 1994),yaitu :

- 1.*Consumable material*,adalah material yang akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan pada akhirnya,contohnya:pasir,semen,batu kali,kerikil,besi tulangan,dan lain lain.
- 2.*Non-consumable material*,adalah material pendukung dalam proses konstruksi,dan bukan merupakan salah satu bagian fisik dari bangunan setelah terselesaikannya bangunan tersebut,contohnya:bekisting,perancah,dinding penahan sementara dan lain-lain.Keberlangsungan penggunaan material konstruksi dimulai saat pengiriman ke lokasi,proses konstruksi,lalu sampai kepada posisinya yang terakhir dan akhirnya pada salah satu dari keempat posisi yang ada di bawah ini (*gavilian dan Bernold,1994*), adalah :

- 1) Struktur fisik suatu bangunan
- 2) Kelebihan pada material (*leftover*)

- 3) Pada proyek yang sama akan digunakan kembali (*reuse*)
- 4) Sisa material (*waste*)

Sisa dalam material konstruksi pada akhirnya akan terus bertambah seiring dengan perkembangan pembangunan yang dilaksanakan, selain memunculkan permasalahan baru yang bisa menjadikan lingkungan proyek dan sekitarnya terganggu juga akan mempengaruhi biaya proyek. Namun terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan guna melakukan pengendalian terhadap besarnya kuantitas sisa material (*Gavilan dan Bernold, 1994*), ialah :

- 1) Sisa material tersebut dicarikan sebuah solusi untuk bisa digunakan kembali..
- 2) Sisa material tersebut akan di daur ulang menjadi barang yang dapat berguna.
- 3) Menghancurkan sisa material dengan cara dibakar.
- 4) Mencari solusi untuk mengurangi sisa material yang terjadi.

Untuk mengontrol sisa material diperlukan biaya sejak awal supaya lebih menguntungkan dibanding dengan pengeluaran biaya yang terjadi karena sisa material. Sisa material yang terjadi selama pelaksanaan konstruksi bisa dikategorikan kedalam dua bagian (*Tchobanoglous et al, 1993*), ialah :

1. *Demolition waste* merupakan sisa material yang terjadi dari hasil penghancuran dan pembongkaran bangunan yang lama.
2. *Construction waste* merupakan sisa dari material konstruksi yang asalnya dari renovasi bangunan milik pribadi, komersil atau pembangunan dan struktur yang lain. Sisa material tersebut berupa sisa material yang terdiri dari, batu bata, beton, sirap, plester pada kayu, pipa serta komponen listrik. Adapun beberapa faktor yang bisa menyebabkan terjadinya sisa material di lapangan. Sisa material bisa diakibatkan oleh satu ataupun kombinasi dari beberapa penyebab yang terjadi. Beberapa sumber yang didapat menyebabkan timbulnya sisa material konstruksi atas enam kategori menurut (*gavilan dan Bernold, 1994*) ialah :

- 1) Desain
- 2) Penanganan material
- 3) Pengadaan material
- 4) Pelaksanaan
- 5) Residual
- 6) Lain-lain

Hasil dari Penelitian (Bossink,1996) di Belanda dalam (Intan et.al,2005),menjelaskan penyebab dan sumber yang terjadi dalam sisa material konstruksi berdasar dari kategorinya.

2.9 Biaya Material

Analisis merangkum perhitungan seluruh kebutuhan biaya material dan volume yang akan di pakai untuk setiap komponenn bangunan baik dari material pekerjaan ataupun pekerjaan pokok menurut (Dipohusodo,1996). Dalam mengkalkulasi volume material akan ditemui beberapa kondisi. yang membatasi pemahamannya sekaligus.Yang pertama merupakan kebutuhan material berdasarkan dari volume pekerjaan terpasang,yaitu pemberi tugas akan membayar hasil dari pekerjaan yang akurasi dimensinya sesuai dengan sesifikasi dan gambar harus dijamin dengan benar. Untuk mengaktualkan pekerjaan terpasang,pasti didalam proses pelaksanaannya dibutuhkan volume material yang lebih banyak,yang dimaksudkan yaitu memperhitungkan saat mengangkut ada bagian yang tercecer.kebutuhan untuk struktur sambungan,cacat dan rusak,ataupun menyusut karena beberapa sebab lain,kemudian perlu diperhitungkan pula material yang diperlukan untuk pekerjaan penunjang yang kaitannya bersifat sementara. Sedangkan pada saat membeli material mentah yang nantinya akan diproses harus mengoptimalkan dua kondisi yang terkadang tidak pernah akur. Yaitu antara spesifikasi dan dimensi standar terhadap setiap satuan volume material dengan volume yang dibutuhkan. Sehingga setidaknya ada tiga langkah pemahaman dalam memperhitungkan volume material yang dibutuhkan guna untuk mewujudkan pekerjaann terpasang.

Maka biaya untuk mengestimasi selalu dimulai dari menghitung kebutuhan material bersih sesuai dengan hasil yang telah terpasang, lalu dikembangkan melalui analisis perhitungan guna mendapatkan kebutuhan senyatanya. Untuk memudahkan sebuah proses menghitung biasanya menggunakan berbagai macam bentuk daftar serta juga tabel. Daftar kebutuhan bahan menerangkan bahwasanya volume ataupun jumlah, ukuran dimensinya, sifat sifat yang lain seperti halnya setiap satuan dan spesifikasi teknisnya. Biaya material didapatkan dengan diterapkannya harga satuan yang berlaku saat dibeli. Harga di tempat pekerjaan adalah harga satuan material.

2.10. Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

2.10.1. Valentino Arya Kusuma. 2010.

Untuk menghitung kuantitas dari sisa material serta metode wawancara untuk mengenal faktor penyebab sisa material menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif pada penelitian ini. Pada proyek gedung Pendidikan dan Laboratorium 8 lantai pada Fakultas Kedokteran UNS tahap 1 dijadikan sebagai objek penelitian. Yang dibutuhkan pada data proyek berupa gambar konstruksi guna menghitung kebutuhan material, harga satuan bahan guna menghitung biaya material yang tersisa serta pembelian material diperlukan laporan harian untuk menghitungnya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, maka diperlukan wawancara langsung terhadap kontraktor. Hasil dari analisis penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa presentase biaya pada sisa material yaitu sebesar 37,43% yang berasal dari material pada beton K300 atau senilai Rp3.908.127, Sisa beton yang berserakan serta tertinggal dalam truck merupakan faktor penyebab utama. Untuk presentase total biaya pada sisa material terhadap total pada biaya proyek besarnya 0,23% atau dengan harga Rp10.441.825.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Linier

Analisis regresi linier adalah suatu metode yang memiliki penggunaan untuk menganalisis hubungan antarvariabel. Hubungan tersebut dapat dijadikan kedalam bentuk persamaan yang menghubungkan antara variabel terikat Y dengan satu atau beberapa variabel bebas X_1, X_2, \dots, X_k . Dalam hal ini hanya terdapat satu variabel bebas, maka model yang didapatkan disebut model regresi linier sederhana, namun apabila variabel bebas yang digunakan lebih dari satu, model yang didapatkan disebut model regresi linier berganda. Pada umumnya hubungan yang diperoleh dinyatakan dalam beberapa bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara beberapa variabel. Menentukan mana variabel yang bebas dan juga yang terikat dalam beberapa hal tentu saja tidak mudah untuk dilaksanakan. Studi yang harus cermat, diskusi yang seksama serta juga melalui berbagai pertimbangan, Suatu bentuk yang wajar dalam masalah yang sedang dihadapi dan juga pengalaman akan sangat membantu dalam memudahkan penentuan. Variabel yang mudah didapat ataupun yang tersedia sering dikelompokkan ke dalam variabel bebas sedangkan variabel terikat merupakan variabel yang terjadi karena variabel bebas. Regresi linier sederhana dapat digunakan untuk memperoleh suatu hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel bebas tunggal dengan variabel bebas tak tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas. Salah satu bentuk yang sering digunakan pada persamaan regresi linier untuk populasi ialah :

$$Y = a + bx$$

Y = Variabel takbebas

x = Variabel bebas

a = Parameter Intercep

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan antara a dan b bisa juga dengan memakai metode kuadrat yang terkecil, yaitu cara yang digunakan untuk menentukan koefisien persamaan a dan b dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil. Dengan demikian dapat ditentukan:

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum Y_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum Y_i)(\sum X_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

2.2 Struktur Kolom

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari sebuah rangka struktur yang menanggung beban dari balok. Pada suatu bangunan, Kolom adalah suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan sangat penting, Kolom yang mengalami keruntuhan merupakan titik lokasi yang bisa menimbulkan robohnya (collapse) lantai yang berkaitan serta juga roboh (total collapse) seluruh bagian struktur (sudarmoko, 1996). Fungsi kolom ialah sebagai penerus beban seluruh bangunan kepada pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti halnya Pada kerangka tubuh seorang manusia yang menanggung sebuah bangunan dapat berdiri.

Kolom dengan menggunakan pengikat sengkang lateral merupakan salah satu jenis dari kolom bertulang. Kolom ini adalah kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada beberapa jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan fungsinya yaitu untuk memegang tulangan pokok memanjang supaya tetap kokoh pada tempatnya (Istimawan Dipohusodo, 1994).

2.3 Struktur Balok

Balok adalah suatu bagian dari konstruksi dimana balok ini fungsinya untuk menanggung beban yang diterima oleh plat beban balok anak, serta juga beban-beban lain yang terjadi di atasnya, lalu diteruskan kepada kolom. Pada struktur balok memiliki bagian balok induk yang memiliki fungsi untuk membagi plat

segment menjadi pengikat antar kolom, sehingga beban yang luas hingga ke beban yang kecil dapat di tanggung. serta balok anak yang tumpuannya pada balok induk akan menerima beban dari plat lalu diteruskan kepada balok induk.

2.4 Manajemen Material Konstruksi

Dari total biaya proyek, pemakaian material yang digunakan mempunyai peranan penting dan juga prosentase yang cukup besar menurut (Ervianto, 2004). Dari sebagian penelitian menyebutkan bahwasanya biaya material meresap 50 - 70% dari anggaran biaya proyek, untuk penyimpanan material biaya ini belum termasuk. Maka dari itu, untuk membeli diperlukan teknik manajemen yang benar dan tepat, mendistribusikan, menyimpan, serta pentingnya material konstruksi yang perlu dihitung. Supaya meminimalisasi kegagalan dengan menjaga sistem manajemen yang tepat untuk material konstruksi akan berdampak buruk dari segi *financial* dan kemajuan pelaksanaan pekerjaan yang mencakup :

- a) Bahan yang diperlukan tak tersedia.
- b) Rusaknya material yang akan digunakan.
- c) Material yang tersedia tidak sesuai dari spesifikasi untuk memenuhi persyaratan.

Material dapat digolongkan serta dibedakan menjadi tiga kategori:

- a) *Engineered materials*, adalah produk yang dibuat khusus berdasarkan perencanaan dan perhitungan secara teknis. Sepanjang masa pelaksanaan proyek akan dijelaskan secara khusus dalam gambar mengenai material ini.
- b) *Bulk materials*, merupakan standar industri dalam membuat suatu produk tertentu. Seperti halnya kabel dan pipa, material jenis ini juga sulit untuk diperkirakan karena berbagai macam jenisnya..
- c) *Fabricated materials*, merupakan produk yang dirangkai tidak pada lokasi material tersebut berada tetapi dipakai di luar lokasi proyek seperti rangka baja serta kusen

2.5. Material Konstruksi

Dalam sebuah proyek Bahan konstruksi dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bahan yang tidak akan menjadi tetap pada struktur bangunan (bahan sementara). Serta bahan yang nantinya akan menjadi bagian yang tetap dari sebuah struktur bangunan (bahan permanen) dan juga bahan yang dibutuhkan kontraktor untuk membangun suatu proyek.

2.5.1 Bahan Permanen

Bahan permanen merupakan bahan yang diperlukan bagi kontraktor untuk membentuk bangunan yang memiliki sifat melekat tetap sebagai unsur bangunan. Jenis bahan tersebut akan di perlihatkan secara rinci dalam dokumen kontrak (spesifikasi dan gambar kerja). Beberapa rician bahan permanen meliputi :

- a. Spesifikasi yang digunakan pada bahan
- b. Diperlukannya kuantitas bahan
- c. Uji coba yang harus dilakukan terhadap setiap bahan yang diperlukan sebelum bahan diterima

Dengan digunakannya rincian yang tercantum pada dokumen kontrak, kontraktor harus menetapkan pemasok bahan yang akan digunakan. Tiga sumber pemasok bahan permanen:

- a. Pemberi tugas yang mungkin menyediakan bahan tertentu untuk digunakan oleh kontraktor.
- b. Berdasarkan kontrak terpisah dimana kontraktor utama meminta subkontraktor untuk menyediakan bahan permanen.
- c. Bahan permanen yang disediakan oleh kontraktor sendiri.

Kontraktor harus tetap menyiapkan manajemen yang dibutuhkan untuk menjamin keberlangsungan prsoses konstruksi dimana dalam kasus yang memiliki bahan permanen disediakan oleh pemberi tugas seperti berikut :

- a. Tepatnya waktu kedatangan barang.
- b. Sebelum digunakan harus dibongkar dan disimpan dengan benar.
- c. Dalam bagian proyek dipasang dengan baik dan benar.

Banyaknya bahan permanen yang disediakan untuk kontraktor dari yang memberikan tugas perlu digunakan dalam proyek yang sangat beragam antara proyek yang satu dengan proyek lainnya.. Adapun dalam sebagian proyek bangunan, jumlah ini relatif kecil (contohnya dalam membangun sebuah jalan raya). Sedangkan yang terdiri dari bahan sejenis ini pada proyek yang lain mungkin bisa mencapai 80-90%.

2.5.2. Bahan Sementara

Dalam membangun suatu proyek diperlukannya bahan oleh kontraktor, akan tetapi setelah digunakan tidak akan menjadi bagian dari bangunan (disingkirkannya bahan ini). Dalam dokumen kontrak untuk jenis bahan ini tidak dicantumkan, sehingga kebutuhan bahan yang diperlukan beserta penyediaanya bebas ditentukan oleh kontraktor sendiri. Dan untuk jenis bahan ini kontraktor tidak akan mendapatkan bayaran secara eksplisit di dalam kontrak. Sehingga, dalam biaya pelaksanaan berbagai macam pekerjaan yang termasuk kedalam kontrak harus dimasukkan oleh pihak pelaksana.

Pada sebuah kasus proyek jembatan rangka baja yang termasuk kedalam jenis bahan bakar sementara yaitu bahan bakar suku cadang alat konstruksi serta perancah. Biasanya yang menyediakan seluruh bahan yang diperlukan melewati beberapa sumbernya sendiri atau dengan subkontraktor ialah kontraktor itu sendiri. Kontraktor sebisa mungkin bertindak dengan hati-hati agar harapannya bahan ini bisa dipergunakan kembali pada pekerjaan yang lain. Beberapa jenis material yang akan digunakan saat pelaksanaan penyusunan beton bertulang ada dibawah ini.

2.6 Material Penyusun Beton

Beton merupakan suatu campuran dari semen hidrolik yang lain ataupun semen portland, agregat kasar, agregat halus dan juga air. menggunakan maupun tidak digunakannya tambahan yang membentuk massa padat. Sejalan dengan penambahan umur, pada usia 28 hari maka kekuatan beton akan mencapai kekuatan rencana (f_c) dan semakin mengeras.



Gambar 2.1. Campuran Beton

2.5.2 Tulangan Beton

Pada batang baja yang bentuknya ulir maupun polos atau bentuknya pipa yang memiliki fungsi sebagai penahan gaya tarik dalam bagian struktur beton, tendon prategang tidak termasuk.

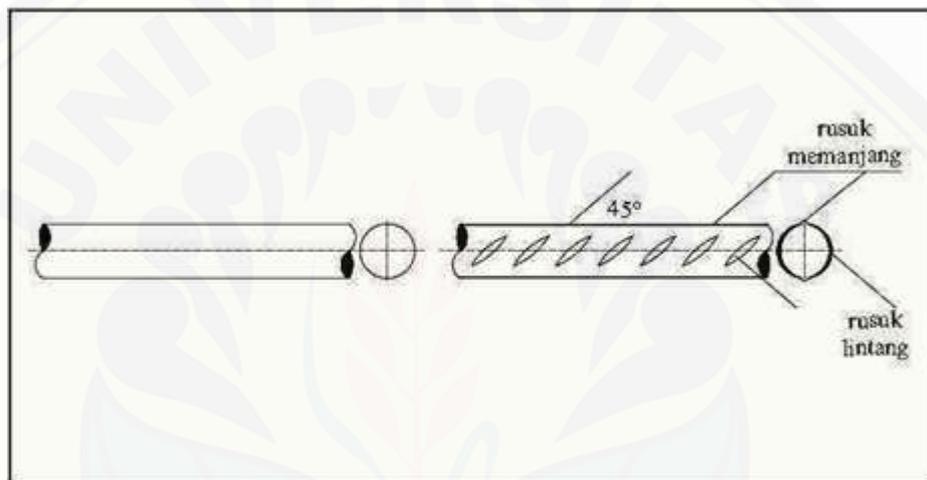
Berdasarkan pada bentuknya, baja tulangan beton dapat dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton ulir.

1. Baja tulangan beton polos

Baja tulangan beton polos merupakan baja tulangan beton yang memiliki penampang bundar dengan permukaan yang rata tidak bersirip, bisa juga disebut dengan BjTP.

2. Baja tulangan beton ulir

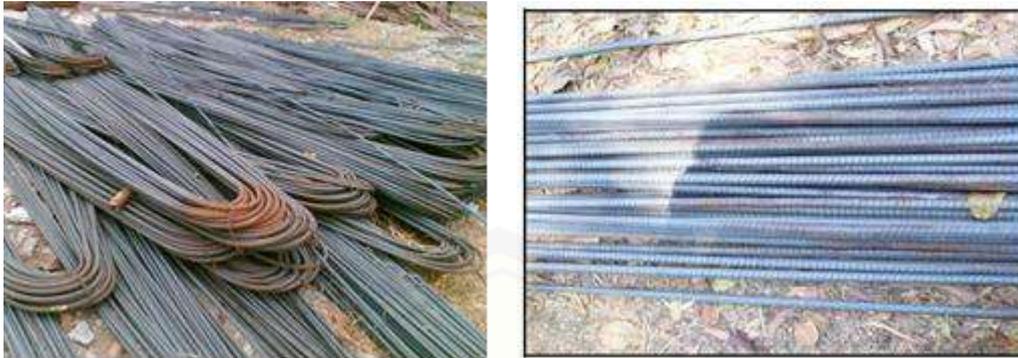
Berdasarkan SNI 07-2052-2002 baja tulangan beton ulir merupakan baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang memiliki permukaan sirip melintang serta rusuk memanjang yang diartikan untuk meningkatkan kelekatan dan berguna untuk menanggung gerakan membujur dari batang secara relatif kepada beton, disebut BjTD. Dan notasi untuk menjelaskan ukuran yaitu besarnya diameter pada besi polos diberi notasi Φ dan pada besi ulir (*deformed*) dengan notasi D (huruf D besar).



Gambar 2.2. Potongan Tulangan Polos dan Tulangan Ulir

2.6.2. Sengkang/Beugel/Ties

Menurut peraturan SNI 03-2847-2002, penjelasan mengenai sengkang merupakan tulangan yang dipergunakan untuk menanggung torsi dan tegangan geser kedalam suatu komponen struktur, terbuat Jaring kawat baja las ulir maupun polos atau kawat baja, memiliki bentuk kaki tunggal atau ditekukkan kedalam bentuk L, U ataupun persegi dan dipasang membentuk sudut ataupun tegak lurus, terhadap tulangan longitudinal, digunakan dalam komponen struktur lentur tembok. Sengkang pengikat/*ties* merupakan komponen struktur tekan kolom yang menggunakan sengkang tertutup penuh.



Gambar 2.3. Tulangan Polos dan Tulangan Ulir

2.7 Standar Penulangan Kolom dan Balok

2.7.1 Pembengkokan Tulangan

Pembengkokan merupakan perubahan arah yang dibutuhkan batang. Pada pembengkokan batang utama harus memiliki garis tengah paling sedikit $10 \times \emptyset$ tulangan.

Ketentuan untuk pembengkokan tulangan harus memiliki unsur sebagai berikut:

1. Bengkokan 180° ditambah dengan perpanjangan $4 \times \emptyset$ tulangan, tapi tidak kurang dari 60 mm, pada ujung bebas kait;
2. Bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan $12 \times \emptyset$ tulangan, pada ujung bebas kait.

Tabel 2.1 Diameter bengkokan minimum (Anonim 2, 2002)

Ukuran tulangan	Diameter minimum
D-10 sampai dengan D-25	6db
D-29, D-32,	8db
D-44 dan D-56	10db

Sesuai dengan yang ditunjukkan dalam beberapa gambar rencana dengan menggunakan toleransi yang diisyaratkan oleh perencana batang tulangan harus dipotong dan dibengkokkan.

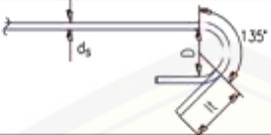
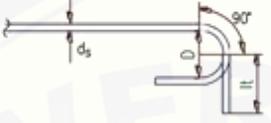
2.7.2. Kait Standar

Untuk memenuhi ketentuan pembengkokan pada tulangan yaitu sebagai berikut:

- 1). Pada ujung bebas kait, Bengkokan 180° ditambah perpanjangan 4db, akan tetapi tidak kurang dari 60 mm.
- 2). Pada ujung bebas kait, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 12db.
- 3). Untuk sengkang dan juga kait pengikat:
 - a). Pada ujung kait, Batang D-16 dan juga yang lebih kecil, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 6db, atau
 - b). Pada ujung bebas kait batang D-19, D-22, dan D-25, bengkokan 90° ditambah dengan perpanjangan 12db, atau
 - c). Pada ujung bebas kait Batang D-25 dan juga yang lebih kecil, bengkokan 135° ditambah dengan perpanjangan 6db.

Tabel 2.2. Kait Standard untuk Penulangan (Anonim 2, 2002)

KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_b	DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM D	l_t MINIMUM
180°		10 - 25 mm	6 d_b	YANG TERBESAR ANTARA 4 d_b ATAU 65 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
135°		10 - 25 mm	6 d_b	YANG TERBESAR ANTARA 6 d_b ATAU 75 mm
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	
90°		10 - 25 mm	6 d_b	20 d_b
		29 - 36 mm	8 d_b	
		40 - 55 mm	10 d_b	

KAIT STANDARD UNTUK SENGKANG DAN PELAT				
KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_s	DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM D	l_t MINIMUM
135°		8 - 16 mm	4 d_s	YANG TERBESAR ANTARA 6 d_s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d_s	
90°		8 - 16 mm	4 d_s	8 d_s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d_s	12 d_s

2.7.3. Pelindung Beton untuk Tulangan (Selimut Beton)

Pada tabel 2.3 menjelaskan bahwa untuk tulangan harus memenuhi ketentuan yang tertera untuk tebal selimut beton minimum yang harus disediakan pada beton bertulang.

Tabel 2.3. Tebal Selimut Beton Minimum (Anonim 2, 2002)

	Tebal selimut minimum (mm)
a) Beton yang ditor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca:	
Batang D-19 hingga D-56	50
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil	40
c) Beton yang tidak langsung berhubungan dengan cuaca atau beton tidak langsung berhubungan dengan tanah:	
<u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
Batang D-44 dan D-56	40
Batang D-36 dan yang lebih kecil	20
<u>Balok, kolom:</u>	
Tulangan utama, pengikat, sengkang, lilitan spiral	40
<u>Komponen struktur cangkang, pelat lipat:</u>	
Batang D-19 dan yang lebih besar	20
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil	15

Pada beton pracetak (dibuat dengan menyertai proses dalam pengawasan pabrik), tebal pada minimum selimut beton harus dipersiapkan untuk tulangan.

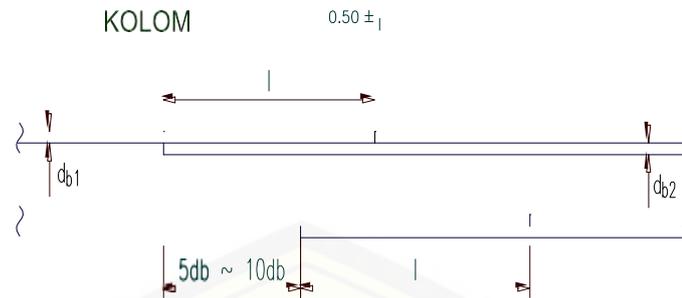
Tabel 2.4. Tebal Selimut Beton Minimum untuk Beton Pracetak (Anonim 2, 2002)

	Tebal selimut minimum (mm)
a) Beton yang berubung dengan tanah atau cuaca:	
<u>Panel dinding:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	40
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil.....	20
<u>Komponen struktur lainnya:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	50
Batang D-19 sampai batang D-36.....	40
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau ulir D16 dan yang lebih kecil.....	30
b) Beton yang tidak langsung berubung dengan cuaca atau tanah:	
<u>Pelat, dinding, pelat berusuk:</u>	
Batang D-44 dan batang D-56.....	30
Batang D-36 dan batang yang lebih kecil.....	15
<u>Balok, kolom:</u>	
Tulangan utama.....	*
Sengkang pengikat, sengkang, lilitan spiral.....	10
<u>Komponen sengkang, pelat lipat:</u>	
Batang D-19 dan batang yang lebih besar.....	15
Batang D-16, jaring kawat polos P16 atau kawat ulir D16 dan yang lebih kecil.....	10
* d_b (tetapi tidak kurang dari 15 dan tidak perlu lebih dari 40)	

2.7.4. Sambungan

- 1). Sengkang pengikat yang baik harus melewati tulangan yang menerus dan juga pengukuran tulangan dari komponen rangka utama (misalnya pertemuan kolom dan juga balok).
- 2). Sengkang ataupun spiral, Pada beton eksternal atau sengkang pengikat tertutup lateral, atau disebut juga dengan sengkang pengikat pada pertemuan.





Gambar 2.4. Sambungan Lewatan Tulangan

2.7.5. Ukuran dan Berat Tulangan

Pada tabel 2.5 mencantumkan daftar berat besi tulangan, berat besi tulangan dapat dipengaruhi dari masing masing jenis dan diameternya

Tabel 2.5. Diameter dan Berat Besi Tulangan (Anonim 1, 2002)

UKURAN (mm)	BERAT (Kg/m)
Ø6	0,2222
Ø8	0,3955
D10	0,6171
D12	0,8884
D13	1,044
D14	1,122
D16	1,583
D19	2,233
D22	2,981
D25	3,854

2.7.6 Menghitung Koefisien Kebutuhan Tulangan

Dalam suatu ukuran pekerjaan beton, koefisien kebutuhan tulangan dapat dihitung dengan mencari kebutuhan tulangan per satuan volume. Dari beberapa kebutuhan tulangan yang ada dalam suatu pekerjaan beton akan di bandingkan

menggunakan analisis harga satuan yang telah di atur besar kebutuhannya yaitu berdasarkan SNI 7394 – 2008 mengenai prosedur perhitungan harga satuann pekerjaan beton dalam konstruksi bangunan gedung dan juga perumahan.besaran koefisien kebutuhan tulangan ditetapkan dengan tiap tiap elemen pekerjaan sebagai berikut.

1. Dalam kolom beton bertulang dibuat 1m³ (300 kg besi)
2. Dalam sloof beton bertulang dibuat 1m³ (200 kg besi)
3. Dalam balok beton bertulang dibuat 1m³ (200 kg besi)
4. Dalam plat beton bertulang dibuat 1m³ (150 kg besi)

2.8 Sisa Material (Waste)

Sisa material atau bisa disebut juga dengan waste merupakan kelebihan kuantitas material yang digunakan,akan tetapi tidak menambah suatu nilai pekerjaan.Penggunaan material di lapangan kerap kali terjadi sisa material yang jumlahnya cukup besar pada tahap pelaksanaan konstruksi.Sehingga meminimalisasi sisa material merupakan suatu upaya penting untuk dilakukan.Dalam pelaksanaan konstruksi dapat digunakan material yang juga dapat digolongkan kedalam dua cabang besar (Gavilan dan Bernold 1994),yaitu :

1. *Consumable material*, adalah material yang akan menjadi bagian dari struktur fisik bangunan pada akhirnya, contohnya: pasir, semen, batu kali, kerikil, besi tulangan, dan lain lain.
2. *Non-consumable material*, adalah material pendukung dalam proses konstruksi, dan bukan merupakan salah satu bagian fisik dari bangunan setelah terselesaikannya bangunan tersebut, contohnya: bekisting, perancah, dinding penahan sementara dan lain-lain. Keberlangsungan penggunaan material konstruksi dimulai saat pengiriman ke lokasi, proses konstruksi, lalu sampai kepada posisinya yang terakhir dan akhirnya pada salah satu dari keempat posisi yang ada di bawah ini (*gavilian dan Bernold, 1994*), adalah :

- 1) Struktur fisik suatu bangunan
- 2) Kelebihan pada material (*leftover*)

- 3) Pada proyek yang sama akan digunakan kembali (*reuse*)
- 4) Sisa material (*waste*)

Sisa dalam material konstruksi pada akhirnya akan terus bertambah seiring dengan perkembangan pembangunan yang dilaksanakan, selain memunculkan permasalahan baru yang bisa menjadikan lingkungan proyek dan sekitarnya terganggu juga akan mempengaruhi biaya proyek. Namun terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan guna melakukan pengendalian terhadap besarnya kuantitas sisa material (*Gavilan dan Bernold, 1994*), ialah :

- 1) Sisa material tersebut dicarikan sebuah solusi untuk bisa digunakan kembali..
- 2) Sisa material tersebut akan di daur ulang menjadi barang yang dapat berguna.
- 3) Menghancurkan sisa material dengan cara dibakar.
- 4) Mencari solusi untuk mengurangi sisa material yang terjadi.

Untuk mengontrol sisa material diperlukan biaya sejak awal supaya lebih menguntungkan dibanding dengan pengeluaran biaya yang terjadi karena sisa material. Sisa material yang terjadi selama pelaksanaan konstruksi bisa dikategorikan kedalam dua bagian (*Tchobanoglous et al, 1993*), ialah :

1. *Demolition waste* merupakan sisa material yang terjadi dari hasil penghancuran dan pembongkaran bangunan yang lama.
2. *Construction waste* merupakan sisa dari material konstruksi yang asalnya dari renovasi bangunan milik pribadi, komersil atau pembangunan dan struktur yang lain. Sisa material tersebut berupa sisa material yang terdiri dari, batu bata, beton, sirap, plester pada kayu, pipa serta komponen listrik. Adapun beberapa faktor yang bisa menyebabkan terjadinya sisa material di lapangan. Sisa material bisa diakibatkan oleh satu ataupun kombinasi dari beberapa penyebab yang terjadi. Beberapa sumber yang didapat menyebabkan timbulnya sisa material konstruksi atas enam kategori menurut (*gavilan dan Bernold, 1994*) ialah :

- 1) Desain
- 2) Penanganan material
- 3) Pengadaan material
- 4) Pelaksanaan
- 5) Residual
- 6) Lain-lain

Hasil dari Penelitian (Bossink,1996) di Belanda dalam (Intan et.al,2005),menjelaskan penyebab dan sumber yang terjadi dalam sisa material konstruksi berdasar dari kategorinya.

2.9 Biaya Material

Analisis merangkum perhitungan seluruh kebutuhan biaya material dan volume yang akan di pakai untuk setiap komponenn bangunan baik dari material pekerjaan ataupun pekerjaan pokok menurut (Dipohusodo,1996). Dalam mengkalkulasi volume material akan ditemui beberapa kondisi. yang membatasi pemahamannya sekaligus.Yang pertama merupakan kebutuhan material berdasarkan dari volume pekerjaan terpasang,yaitu pemberi tugas akan membayar hasil dari pekerjaan yang akurasi dimensinya sesuai dengan sesifikasi dan gambar harus dijamin dengan benar. Untuk mengaktualkan pekerjaan terpasang,pasti didalam proses pelaksanaannya dibutuhkan volume material yang lebih banyak,yang dimaksudkan yaitu memperhitungkan saat mengangkut ada bagian yang tercecer.kebutuhan untuk struktur sambungan,cacat dan rusak,ataupun menyusut karena beberapa sebab lain,kemudian perlu diperhitungkan pula material yang diperlukan untuk pekerjaan penunjang yang kaitannya bersifat sementara. Sedangkan pada saat membeli material mentah yang nantinya akan diproses harus mengoptimalkan dua kondisi yang terkadang tidak pernah akur. Yaitu antara spesifikasi dan dimensi standar terhadap setiap satuan volume material dengan volume yang dibutuhkan. Sehingga setidaknya ada tiga langkah pemahaman dalam memperhitungkan volume material yang dibutuhkan guna untuk mewujudkan pekerjaann terpasang.

Maka biaya untuk mengestimasi selalu dimulai dari menghitung kebutuhan material bersih sesuai dengan hasil yang telah terpasang, lalu dikembangkan melalui analisis perhitungan guna mendapatkan kebutuhan senyatanya. Untuk memudahkan sebuah proses menghitung biasanya menggunakan berbagai macam bentuk daftar serta juga tabel. Daftar kebutuhan bahan menerangkan bahwasanya volume ataupun jumlah, ukuran dimensinya, sifat sifat yang lain seperti halnya setiap satuan dan spesifikasi teknisnya. Biaya material didapatkan dengan diterapkannya harga satuan yang berlaku saat dibeli. Harga di tempat pekerjaan adalah harga satuan material.

2.10. Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan

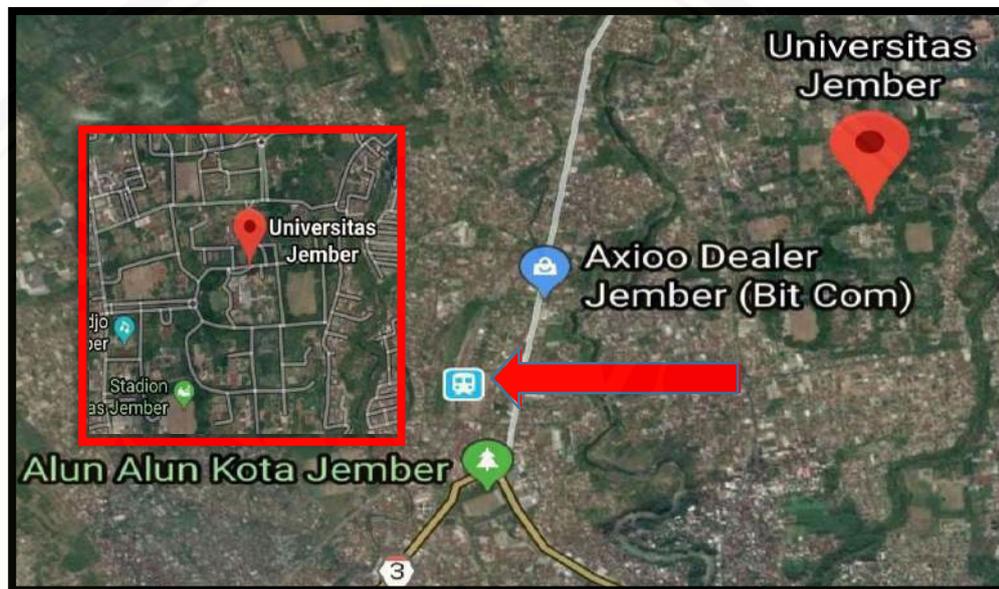
2.10.1. Valentino Arya Kusuma. 2010.

Untuk menghitung kuantitas dari sisa material serta metode wawancara untuk mengenal faktor penyebab sisa material menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif pada penelitian ini. Pada proyek gedung Pendidikan dan Laboratorium 8 lantai pada Fakultas Kedokteran UNS tahap 1 dijadikan sebagai objek penelitian. Yang dibutuhkan pada data proyek berupa gambar konstruksi guna menghitung kebutuhan material, harga satuan bahan guna menghitung biaya material yang tersisa serta pembelian material diperlukan laporan harian untuk menghitungnya. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, maka diperlukan wawancara langsung terhadap kontraktor. Hasil dari analisis penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa presentase biaya pada sisa material yaitu sebesar 37,43% yang berasal dari material pada beton K300 atau senilai Rp3.908.127, Sisa beton yang berserakan serta tertinggal dalam truck merupakan faktor penyebab utama. Untuk presentase total biaya pada sisa material terhadap total pada biaya proyek besarnya 0,23% atau dengan harga Rp10.441.825.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember yang beralamat di Jalan. Kalimantan No. 37, Kampus Tegalboto, Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia, dimana dapat digambarkan pada potongan gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Lokasi proyek Gedung Kewirausahaan Universitas Jember

3.2 Prosedur Perhitungan



Gambar 3.2 prosedur perhitungan

3.3 Keterangan Flowchart

Langkah-Langkah dalam perbandingan volume beton bertulang dan volume besi pada struktur gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember, antara lain

1. Pengumpulan data

Data-data yang diperlukan adalah:

- a. Data Lapangan, meliputi
 - Gambar Struktur Kolom, Balok dan Plat
 - Spesifikasi teknis
- b. Data Kepustakaan, meliputi

Buku referensi tentang peraturan-peraturan yang dipakai pada pembesian dan pembetonan serta data analisis harga satuan (AHS).

2. Perhitungan volume beton dan tulangan pada struktur gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember. Perhitungan volume ini terdiri dari bagian struktur

- a. Kolom, menghitung volume besi dan beton pada kolom
- b. Balok, menghitung volume besi dan beton terhadap balok
- c. Plat, menghitung volume besi dan beton terhadap pada plat lantai

3. Menghitung volume rasio beton bertulang terhadap besi tulangan pada tiap tiap bangunan struktur. Perbandingan ini adalah membandingkan volume tulangan (m^3) terhadap volume beton bertulang (m^3) secara keseluruhan dan total harga satuan pada setiap bagian struktur gedung Kewirausahaan Universitas Jember.

3.4 Matriks Penelitian

Judul	Rumusan Masalah	Tujuan	Batasan Masalah	Variabel	Sumber Data	Metode Penelitian
RASIO KEBUTUHAN BETON DAN BESI TULANGAN UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR PADA PROYEK GEDUNG KEWIRAUSAHAAN KAMPUS TEGAL BOTO UNIVERSITAS JEMBER MENGGUNAKAN PERHITUNGAN REGRESI LINIER	Bagaimana menentukan rasio besi tulangan terhadap volume beton kolom, balok dan plat pada gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember?	Menghitung nilai rasio beton kolom, balok dan plat pada gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember	Studi tugas akhir ini hanya meninjau rasio kebutuhan besi tulangan	Beton dan besi Tulangan pada kolom, balok dan plat	a. Data Lapangan, meliputi - Gambar Sruktur Kolom, Balok dan Plat - Spesifikasi teknis	Regresi Linier
	Bagaimana validasi hasil nilai <i>output</i> aplikasi terhadap perhitungan manual?	Menghitung Validasi hasil nilai <i>output</i> aplikasi terhadap perhitungan manual	Studi tugas akhir ini hanya meninjau rasio kebutuhan beton bertulang kolom, balok dan plat.		b. Data Lapangan, meliputi Buku referensi tentang peraturan-peraturan yang dipakai pada pembesian dan pembedan	
			Studi tugas akhir ini hanya menggunakan aplikasi sederhana microsoft excel			

BAB V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Menurut hasil dari sekian perhitungan dapat ditarik kesimpulan mengenai besarnya rasio kebutuhan beton terhadap besi tulangan kolom, balok dan plat bahwa nilai R_{square} terbesar dari jenis besi di proyek gedung Kewirausahaan Kampus Tegal Boto Universitas Jember adalah jenis besi D10 dengan nilai R_{square} 0,98. Itu berarti nilai keterkaitan besi D10 dengan kebutuhan beton sangat besar. Jadi dari data tersebut bisa diprediksikan bahwa ketika kita mempunyai 1 m³ besi D10 maka beton yang dibutuhkan sebesar 31,55 m³.

5.2 SARAN

Disarankan pada peneliti selanjutnya untuk menghitung rasio volume beton dan besi tulangan, pada bangunan gedung beton yang lebih variatif. Sehingga dapat diperoleh ratio yang lebih mendetail, serta disarankan menghitung volume dan rasio menggunakan metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum : Jakarta.

Anonim. 1978. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum : Jakarta.

Anonim. 1987. *Petunjuk Perencanaan Beton Bertulang Dan Struktur Dinding Bertulang Untuk Rumah Dan Gedung*. Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum : Jakarta.

Gideon, Kusuma dkk. 1997. *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03. Seri Beton 2* Erlangga : Jakarta

LAMPIRAN

a) Sambungan lewatan yang tidak kurang dari pada nilai terbesar dari 300 mm dan panjang yang dihasilkan dari salah satu ketentuan-ketentuan berikut ini:

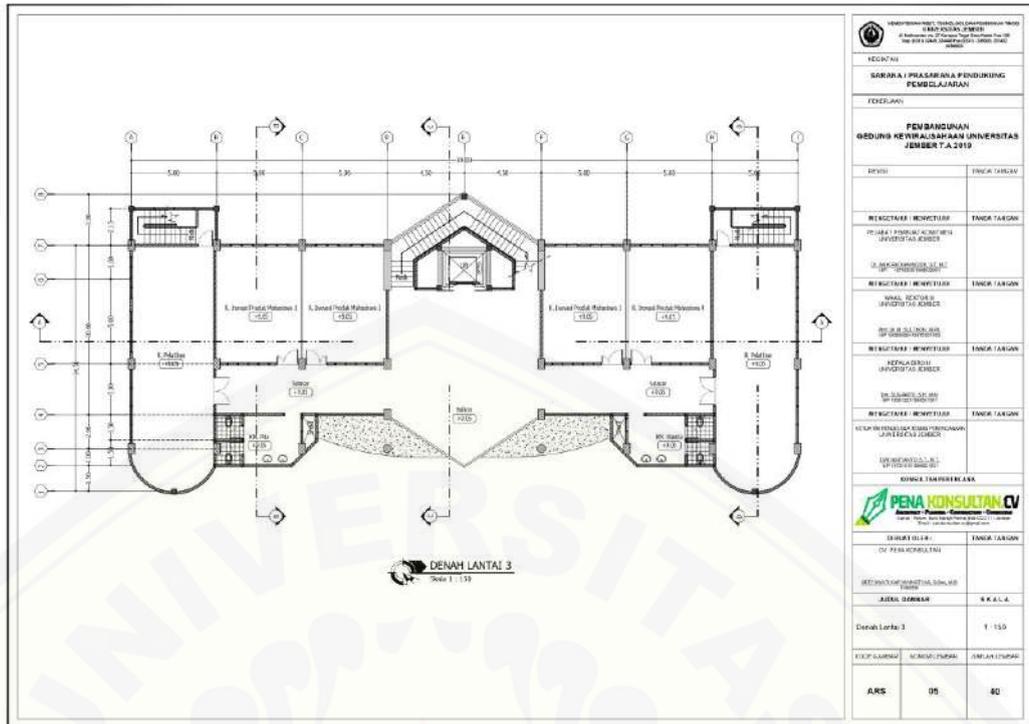
Batang atau kawat ulir tanpa lapisan	48d_b
Batang atau kawat polos tanpa lapisan	72d_b
Batang atau kawat ulir berlapis	72d_b
Batang atau kawat polos tanpa lapisan dengan kait standar atau kait pengikat (yang sesuai dengan ketentuan 9.1(3)) pada ujung-ujung tulangan spiral yang disambung lewatan. Kait-kait tersebut harus tertanam di dalam inti beton yang terkekang oleh tulangan spiral yang dimaksud	48d_b
Batang atau kawat ulir berlapis epoksi dengan sengkang atau sengkang ikat standar (yang sesuai 9.1(3)) pada ujung-ujung tulangan spiral yang disambung lewatan. Kait tersebut harus tertanam di dalam inti beton yang terkekang oleh tulangan spiral yang dimaksud	48d_b

b) Sambungan mekanis dan las penuh yang sesuai dengan ketentuan 14.14(3).

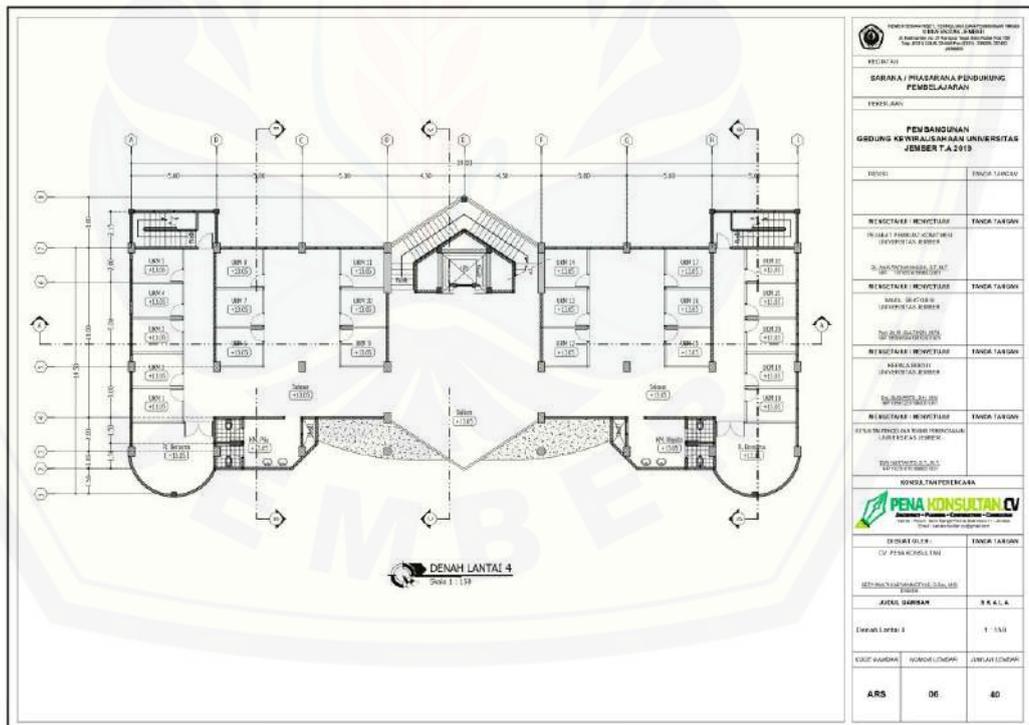
(6) Tulangan spiral harus menerus mulai dari tepi atas fondasi telapak atau pelat pada setiap tingkat bangunan hingga ketinggian dari tulangan horizontal terendah dari komponen

Gambar lampiran 15 SNI sambungan

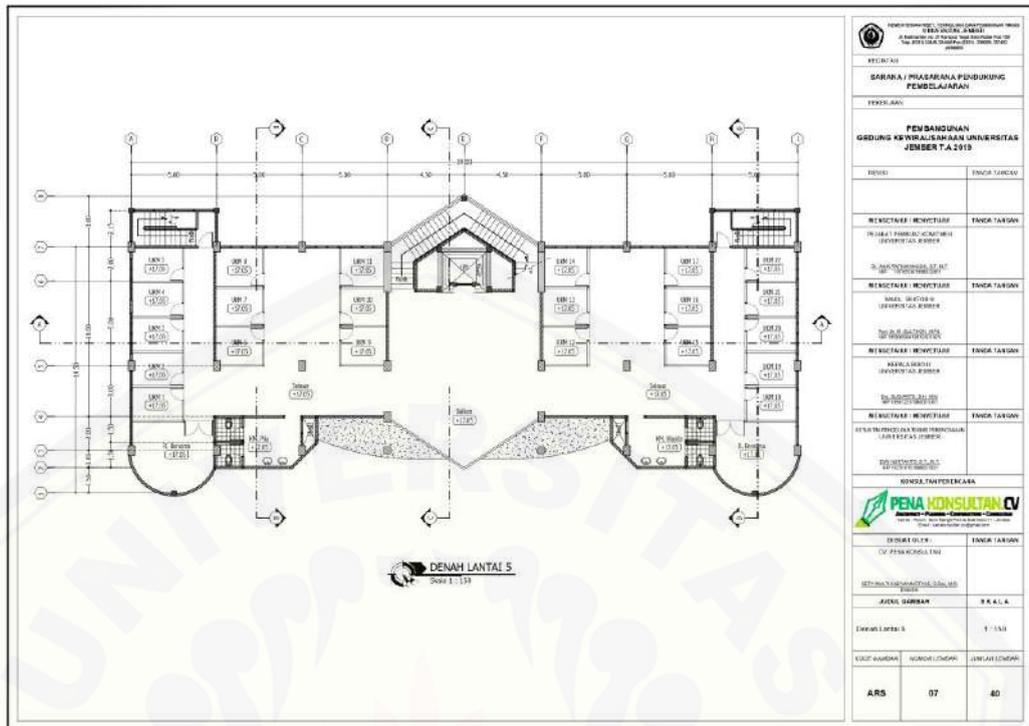
No.	Penamaan	Diameter nominal (d) (mm)	Luas penampang Nominal (L) (cm ²)	Berat nominal per meter (kg/m)
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,12
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31



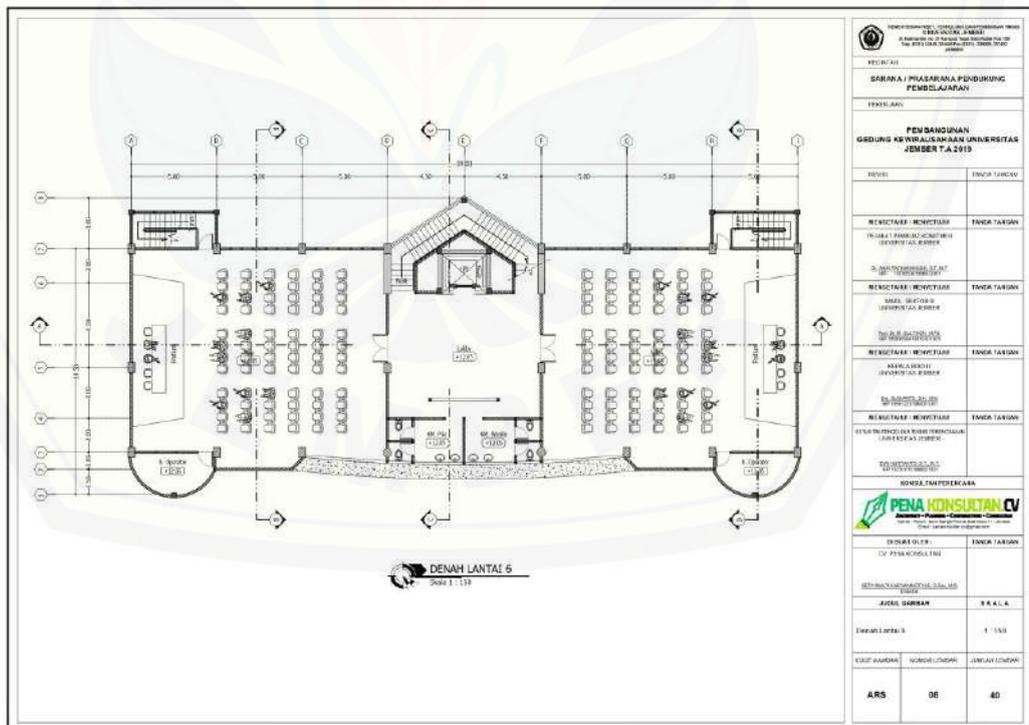
Gambar lampiran 3 denah lantai 3



Gambar lampiran 4 denah lantai 4



Gambar lampiran 5 denah lantai 5



Gambar lampiran 6 denah lantai 6

FOTO DOKUMENTASI PEMBANGUNAN GEDUNG KEWIRAUSAHAAN
UNIVERSITAS JEMBER T.A 2019

	0%
	0%
	0%



Pekerjaan
Bongkaran



Pekerjaan
Bongkaran



Pekerjaan
Bongkaran



Pekerjaan
direksikeet &
gudang



Pekerjaan
direksikeet &
gudang



Pekerjaan
direksikeet &
gudang



Pek. bowplank & pengukuran



100% Pek. bowplank & pengukuran



Pek. bowplank & pengukuran



Foto Pendukung
Pondasi



Foto Pendukung
Pondasi



Foto Pendukung
Pondasi



Foto Pendukung
Pondasi



Foto Pendukung
Pondasi



Pek. Bobok
Kepala Tiang
Pancang



Pek. Galian
Tanah



Pek. Galian
Tanah



Pek. Lantai
Kerja Pilecap



Pek. Lantai
Kerja Pilecap
P2



Pek. Lantai
Kerja Pilecap
P2



Pek. Lantai
Kerja Pilecap
5cm



Pek. Lantai
Kerja Pilecap
5cm



Pek. Lantai
Kerja Pilecap



Pembesian
Pilecap P1 P2



Pembesian
Pilecap P1 P2



Pembesian
Pilecap P1 P2



Pembesian Sloof



Pembesian Sloof



Pembobokan Kepala
Tiang Pancang



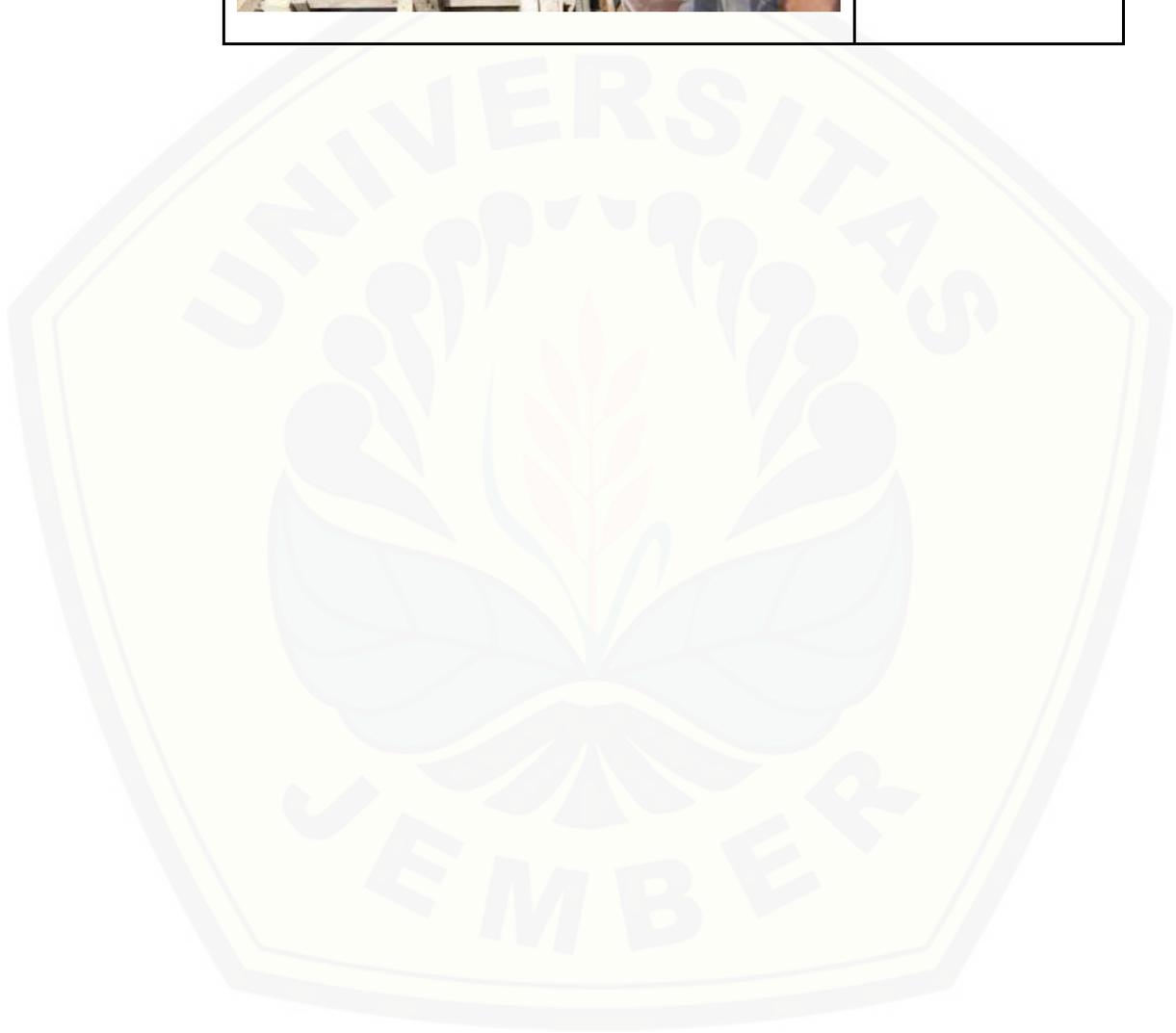
Slump Test
Pilecap P1 dan P2



Slump Test
Pilecap P1 dan P2



Pengecoran P2





Pembesian dan
Bekisting Plat
dan Balok
Lantai 2



Pembesian
Balok Lantai 2



Pembesian dan
Bekisting
Shearwall



Pembesian dan
Bekisting
Shearwall



Pekerjaan
Pasangan Bata
Ringan



Pekerjaan
Pasangan Bata
Ringan



Pembesian Plat
Lantai 2



Pembesian Balok
B3



Pembesian Balok
B5



Pembesian Balok
B1

	<p>Pembesian Balok B1</p>
	<p>Pekerjaan Pasangan Bata Ringan</p>

Gambar lampiran 13 Dokumentasi

tipe kolom	tinggi								jumlah							
	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	ltA		lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	lt atap	
k1	4,6	4	4	4	4	4	5	5	25	25	25	25	25	20	20	
k2	4,6	4	4	4	4	4	5	5	11	11	11	11	11	11	11	
k3	4,6	4	4	4	4	4	5	5	39	39	39	37	37	15	15	
KL	4,6	4	4	4	4	4	5	5	2	2	2	2	2	2	2	

tulangan utama	KEBUTUHAN TULANGAN (M)								KEBUTUHAN TULANGAN TOTAL (M)							
	LT1-LTA	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA	
12 D22		1380	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1380	1200	1200	1200	1200	1200	1200	
6 D16		303,6	264	264	264	264	330	330	303,6	264	264	264	264	330	330	
4 D12		717,6	624	624	592	592	300	300	717,6	624	624	592	592	300	300	
8 D22		73,6	64	64	64	64	80	80	73,6	64	64	64	64	80	80	

KEBUTUHAN TULANGAN TOTAL (M3)							
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA	
0,524538	0,45612	0,45612	0,45612	0,45612	0,45612	0,45612	0,45612
0,06105396	0,05309	0,05309	0,05309	0,05309	0,066363	0,066363	0,066363
0,08116056	0,070574	0,070574	0,066955	0,066955	0,03393	0,03393	0,03393
0,02797536	0,024326	0,024326	0,024326	0,024326	0,030408	0,030408	0,030408
0,69472788	0,604111	0,604111	0,600492	0,600492	0,586821		
3,69075528							

KEBUTUHAN BETON TOTAL (M3)								KEBUTUHAN BETON TOTAL (M3) - BESI (M3)							
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA		lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6		
27,600	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	27,007	23,484	23,484	23,484	23,484	23,484	23,485	
4,554	3,960	3,960	3,960	3,960	4,950	4,950	4,950	4,476	3,892	3,892	3,892	3,892	3,892	4,866	
4,037	3,510	3,510	3,330	3,330	1,688	1,688	1,688	3,932	3,419	3,419	3,244	3,244	3,244	1,630	
1,807	1,571	1,571	1,571	1,571	1,964	1,964	1,964	1,771	1,540	1,540	1,540	1,540	1,540	1,925	
SUB TOTAL	37,998	33,041	33,041	32,861	32,861	32,602	32,602	37,187	32,336	32,336	32,161	32,161	32,161	31,906	

PANJANG TOTAL SENGKANG (M)							
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA	
869,7	758,2	758,2	758,2	758,2	749,28	749,28	
211,068	184,008	184,008	184,008	184,008	227,304	227,304	
292,032	254,592	254,592	241,536	241,536	298,368	120,96	
108,576	94,656	94,656	94,656	94,656	116,928	116,928	
1481,376	1291,456	1291,456	1278,4	1278,4	1391,88	1214,472	
9227,44							
PANJANG TOTAL SENGKANG (M3)							
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	LTA	
0,068306	0,059549	0,059549	0,059549	0,059549	0,058848	0,058848	
0,016577	0,014452	0,014452	0,014452	0,014452	0,017852	0,017852	
0,022936	0,019996	0,019996	0,01897	0,01897	0,023434	0,0095	
0,008528	0,007434	0,007434	0,007434	0,007434	0,009184	0,009184	
0,116347	0,101431	0,101431	0,100406	0,100406	0,109318	0,095385	
0,724723							

Gambar lampiran 14 Perhitungan kolom

KEBUTUHAN TULANGAN TOTAL (M)						KEBUTUHAN TULANGAN TOTAL (M3)					
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6
275,6250	246,0000	246,0000	246,0000	246,0000	246,0000	0,104765	0,093505	0,093505	0,093505	0,093505	0,093505
782,5150	782,5150	782,5150	782,5150	782,5150	608,9500	0,221843	0,221843	0,221843	0,221843	0,221843	0,172637
520,0000	520,0000	520,0000	520,0000	520,0000	520,0000	0,104572	0,104572	0,104572	0,104572	0,104572	0,104572
895,8300	895,8300	895,8300	895,8300	895,8300	644,8000	0,180151	0,180151	0,180151	0,180151	0,180151	0,129669
12,8000	12,8000	12,8000	12,8000	12,8000	2032,5500	0,002574	0,002574	0,002574	0,002574	0,002574	0,002574
						0,613906	0,602645	0,602645	0,602645	0,602645	0,502957

KEBUTUHAN BETON TOTAL (M3)						KEBUTUHAN BETON TOTAL (M3) - BESI M3					
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6
11,760	9,840	9,840	9,840	9,840	9,840	11,639	9,733	9,733	9,733	9,733	9,746
14,827	14,827	14,827	14,827	14,827	11,538	14,579	14,579	14,579	14,579	14,579	11,345
9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,600	9,477	9,477	9,477	9,477	9,477	9,495
8,269	8,269	8,269	8,269	8,269	5,952	8,068	8,068	8,068	8,068	8,068	5,807
0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
44,533	42,613	42,613	42,613	42,613	37,007						

tipe balok	panjang						tulangan utama		KEBUTUHAN TULANGAN (M)							
	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	TUMPUAN	LAPANGAN	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6		
B1	36,75	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75	6	D22	8	D22	275,6	246	246	246	246	246
B2	82,37	82,37	82,37	82,37	82,37	64,1	9	D19	9	D19	782,5	782,5	782,5	782,5	782,5	609
B3	80	80	80	80	80	80	6	D16	6	D16	520	520	520	520	520	520
B4	137,8	137,8	137,8	137,8	137,8	99,2	6	D16	6	D16	895,8	895,8	895,8	895,8	895,8	644,8
B5	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	2,56	5	D16	4	D16	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8

PANJANG TOTAL SENGGANG (M)						PANJANG TOTAL SENGGANG (M3)					
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6
200,928	168,168	168,168	168,168	168,168	0	0,015781	0,013208	0,013208	0,013208	0,013208	0
326,304	326,304	326,304	326,304	326,304	254,232	0,025628	0,025628	0,025628	0,025628	0,025628	0,019967
236,8	236,8	236,8	236,8	236,8	0	0,018598	0,018598	0,018598	0,018598	0,018598	0
270,48	270,48	270,48	270,48	270,48	194,432	0,021243	0,021243	0,021243	0,021243	0,021243	0,015271
3,146	3,146	3,146	3,146	3,146	0	0,000247	0,000247	0,000247	0,000247	0,000247	0
1037,658	1004,898	1004,898	1004,898	1004,898	448,664	0,081498	0,078925	0,078925	0,078925	0,078925	0,035238

Gambar lampiran 15 Perhitungan Balok

12 M	SEGMENT A					
	KEBUTUHAN LONJOR BESI					
	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6
	SGMN 1 (9 X 9 M)					
	ARAH X	9		1		
	ARAH Y	9		1		
	SEGMENT B					
	KEBUTUHAN LONJOR BESI					
	lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6
	SGMN 1 (12 X15 M)					
terpanjang ARAH X	12,00		1			
terpanjang ARAH Y	15		2			

KEBUTUHAN TULANGAN 2 LAPIS TOP + BOT						D10		0,617		0,00007854	
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6						
SGMN A (9 X 9 M)											
2160											
2160											
						TOATAL	4320	2665,44	0,3392928	VOLUME BETON	
										LT1	
										19,1007	114,6042

KEBUTUHAN TULANGAN 2 LAPIS TOP + BOT						D10		0,617		0,00007854	
lt 1	lt 2	lt 3	lt 4	lt 5	lt 6						
SGMN B (56 X11 M)											
4800											
5107,2											
						TOATAL	9907,2	6112,7424	0,778111488	VOLUME BETON	
										LT1	
										20,8219	124,9313

SGMN A (56 X11 M)	KEBUTUHAN TULANGAN 2 LAPIS TOP + BOT (m)					
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4	Lantai 5	Lantai 6
Arah x	17713	17713	17713	17713	17713	17713
Arah y	16456	16456	16456	16456	16456	16456
Sub Total	34169	34169	34169	34169	34169	34169
Total	205012 m					
Maka total kebutuhan (m3) = total x luas penampang						0,3393

SGMN B	KEBUTUHAN TULANGAN 2 LAPIS TOP + BOT (m)					
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4	Lantai 5	Lantai 6
Arah x : 2.78 m	3458	3458	3458	3458	3458	3458
Arah y : 8.95 m	1566	1566	1566	1566	1566	1566
Sub Total	5024	5024	5024	5024	5024	5024
Total	30144 m					
Maka total kebutuhan (m3) = total x luas penampang						2,3675

Gambar lampiran 16 Perhitungan Plat

