



PENYIAPAN DOKUMEN PENDUKUNG USULAN PERMOHONAN BANTUAN DANA DAK FISIK PENUGASAN BIDANG PENDIDIKAN SMK BINTANG PERSADA DENPASAR

Oleh

I Gusti Ngurah Eka Partama¹, I Gusti Made Sudika², Ni Kadek Astariani³, Made Sudarma⁴, Ayu Putu Utari Parthami Lestari⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Ngurah Rai

E-mail: ¹epartama@gmail.com, ²Sudikagusti@gmail.com, ³astariani@ymail.com,
⁴madesudarma57@gmail.com, ⁵utari.parthami@unr.ac.id

Article History:

Received: 07-06-2022

Revised: 15-06-2022

Accepted: 24-07-2022

Keywords:

SMK, Bintang Persada
Denpasar, Kajian struktural,
FT UNR

Abstract: SMK Bintang Persada Denpasar dinaungi oleh Yayasan Bintang Persada (YBP) memanfaatkan Program DAK Fisik Penugasan Bidang Pendidikan SMK Kota Denpasar Tahun 2020, untuk melanjutkan pembangunan gedung sekolahnya memerlukan dokumen hasil kajian struktural untuk melengkapi proposalnya. YBP bekerja sama dengan Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai (FT UNR) dalam menyiapkan dokumen tersebut dalam suatu Surat Perjanjian Kerjasama dengan melibatkan 5 dosen dan 4 mahasiswa untuk membantu aktifitas kajian dan menggambar hasil kajian. Survei dilakukan untuk pengumpulan data terkait bangunan eksisting, penyelidikan tanah dan pengujian mutu beton. Data yang didapat merupakan data masukan dalam analisa struktur pembangunan lanjutan gedung menjadi 4 lantai. Hasil kajian mendapatkan mutu bahan dan struktur gedung eksisting dinyatakan layak untuk dilanjutkan menjadi 4 lantai dengan ketentuan yang disajikan dalam gambar rencana. Dokumen hasil penyelidikan tanah, Hammer test, laporan analisa struktur, laporan hasil kajian dan gambar rencana selanjutnya diserahkan ke YBP dan SMK BPD.

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan Bintang Persada Denpasar (SMK BPD) merupakan salah satu sekolah kejuruan swasta dibawah naungan Yayasan Bintang Persada (YBP) yang terletak di Jalan Gunung Catur I, No. 4A Denpasar Barat, memiliki 4 program keahlian, yaitu Farmasi, Keperawatan, Perhotelan dan Jasa Pariwisata Serta Kuliner. Keempat program keahlian tersebut telah terakreditasi pada tahun 2018 oleh BAN S/M. Program Keahlian Farmasi terakreditasi A, Program Keahlian Keperawatan terakreditasi B, Program Keahlian Perhotelan dan Jasa Pariwisata Terakreditasi B dan Program Keahlian Kuliner terakreditasi B. Peserta didik yang belajar di SMK BPD cenderung meningkat, Tahun 2017 terdaftar 192 siswa, Tahun 2018 terdaftar 184 siswa, Tahun 2019 terdaftar 186 Siswa dan Tahun 2020 195 siswa. Seiring dengan meningkatnya jumlah peserta didik di SMK BPD, maka harus



disiapkan sarana dan prasarana belajar yang memadai dan layak untuk dimanfaatkan dalam proses belajar mengajar.

Satu Unit gedung yang dimanfaatkan saat ini untuk proses belajar mengajar terdiri dari 2 lantai dari 4 lantai yang direncanakan. Lantai 1 saat ini difungsikan untuk kantor, ruang kelas dan KM/WC, lantai 2 untuk ruang kelas dan KM/WC, lantai 3 direncanakan untuk ruang kelas, KM/WC dan lantai 4 untuk Ruang Praktik KM/WC. Gedung ini belum selesai terbangun mengingat keterbatasan dana untuk melanjutkan pembangunan belum mencukupi. YBP selaku pemilik SMK BPD berupaya untuk menyelesaikan gedung ini dengan memanfaatkan bantuan dari Pemerintah Kota Denpasar melalui Dana Alokasi Khusus (DAK) Fisik Penugasan Bidang Pendidikan SMK Tahun 2020. Kendala yang dihadapi oleh YBP adalah belum tersedianya dokumen pendukung yang harus dilengkapi dalam mengajukan permohonan dana. Dokumen yang dimaksud berupa hasil kajian struktur terkait bangunan yang sudah dilaksanakan dan belum tersedia gambar rencana untuk bangunan lanjutan. Oleh karena itu YBP memanfaatkan tri darma perguruan tinggi dari Universitas Ngurah Rai untuk membantu menyiapkan dokumen dimaksud.

METODE

Kegiatan Pengabdian ini diawali dengan kehadiran Ketua YBP berkunjung ke Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai (FT UNR) menyampaikan keinginannya terkait dengan kegiatan yang sedang disiapkan di SMK BPD. Pihak YBP meminta agar bisa disiapkan kajian struktural terkait dengan gedung yang akan diusulkan dananya pada program DAK Fisik Penugasan Bidang Pendidikan SMK Kota Denpasar Tahun 2020 dan Pihak FT UNR menyanggupi secara lisan namun diminta agar pihak YBP tetap bersurat secara resmi terkait keinginannya tersebut.

Ketua YBP menyampaikan bahwa untuk kegiatan pembangunan fisik gedung sekolah yang akan didanai oleh Dinas Pendidikan Kota Denpasar agar melampirkan hasil kajian struktural dari perguruan tinggi yang berkompeten terkait gedung yang diusulkan pendanaannya karena gedung bertingkat dan sudah ada bagian gedung yang terbangun. Pihak YBP berupaya untuk memenuhi persyaratan yang diminta dengan melibatkan FT UNR untuk menyiapkan dokumen yang dimaksud. Pihak YBP secara resmi mengajukan permohonan kepada Dekan FT UNR untuk melakukan kajian struktur pada gedung yang akan diajukan permohonan dananya pada Program DAK Fisik Penugasan Bidang Pendidikan SMK Tahun 2020. Surat permohonan Ketua YBP selanjutnya direspon dengan membentuk tim pengkaji terdiri dari 5 orang dosen yaitu 1 orang Ketua Tim, 1 orang Ahli Struktur, 1 orang Ahli Teknologi Beton, 1 orang Ahli Geologi Teknik dan 1 orang Ahli Arsitektur dan 4 orang mahasiswa yang akan membantu dalam proses survei dan menggambar kondisi eksisting dan hasil kajian.

Realisasi kerja sama antara FT UNR dengan YBP dalam bentuk Surat Perjanjian Kerja sama yang ditanda tangai tanggal 20 April 2020. Dalam Surat Perjanjian Kerjasama tersebut disepakati Pihak YBP bersedia menyediakan data yang diperlukan dalam pelaksanaan kajian sedang pihak FT UNR menyiapkan dokumen berupa Laporan Hasil Kajian Struktural, Laporan Analisa Struktur, Laporan Penyelidikan Tanah dan Laporan Pengujian Beton Eksisting, Gambar Rencana Lanjutan Pembangunan sesuai hasil kajian.

Data-data diambil di lokasi bangunan yang dikaji yaitu di SMK BPD meliputi gambar desain lama, pengukuran bangunan eksisting, Penyelidikan tanah dengan sondir dan



pengujian mutu beton eksisting dengan *Hammer Test*. Gambar desain awal sudah ada pengesahan untuk penerbitan IMB. Untuk penyelidikan tanah dan pegujian beton dilakukan oleh CV. Bina Konstruksi.

SURAT PERJANJIAN KERJASAMA

Dalam Pelaksanaan Kegiatan :
Kajian Struktural Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada
Jln. Gunung Catur I No. 4A, Desa Padangsambian Kaja,
Denpasar Barat.

Antara



Yayasan Bintang Persada
Nomor : 029/SMKBP/III/2020/UM
Tgl. 02 Maret 2020

dengan



Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai
Nomor : 039/D/FT/III/2020
Tgl. 02 Maret 2020

Gambar 1. Foto Sampul Surat Perjanjian Kerjasama

HASIL

A. Kondisi Eksisting Bangunan

Kondisi eksisting adalah kondisi bangunan visual yang teramati di lokasi bangunan. Bangunan secara visual adalah bangunan 2 lantai dengan struktur kolom lantai I dengan baja profil IWF dibungkus beton, kolom lantai II berupa kolom beton bertulang dan balok IWF dipasang pada arah melintang dan memanjang pada lantai II dan III. Pelat lantai II berupa beton bertulang dan dilengkapi pelat bondeck pada bagian bawahnya, sedangkan pada lantai 3 pelat beton bertulang tanpa pelat bondeck. Finishing bangunan berupa dinding bataco diplester dan dicat, penutup lantai 1 dan 2 dari ubin keramik. Secara detail kondisi eksisting bangunan untuk tiap lantainya dipaparkan pada uraian berikut ini.



a. Tampak samping eksisting



b. Tampak depan eksisting



c. Tampak bawah pelat lantai II



d. Tampak bawah lantai III

Gambar 2. Visual eksisting Gedung SMK BPD yang dikaji

B. Hasil Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dilakukan dengan sondir 3 (tiga) titik dilakukan di Sebelah Selatan bangunan. Pelaksanaan sondir dilakukan dengan bekerjasama dengan CV. Bina Kontruksi sebagai penyedia jasa penyelidikan tanah dan material yang dalam laporannya disampaikan hal-hal sebagai berikut:

a. Sondir S-1

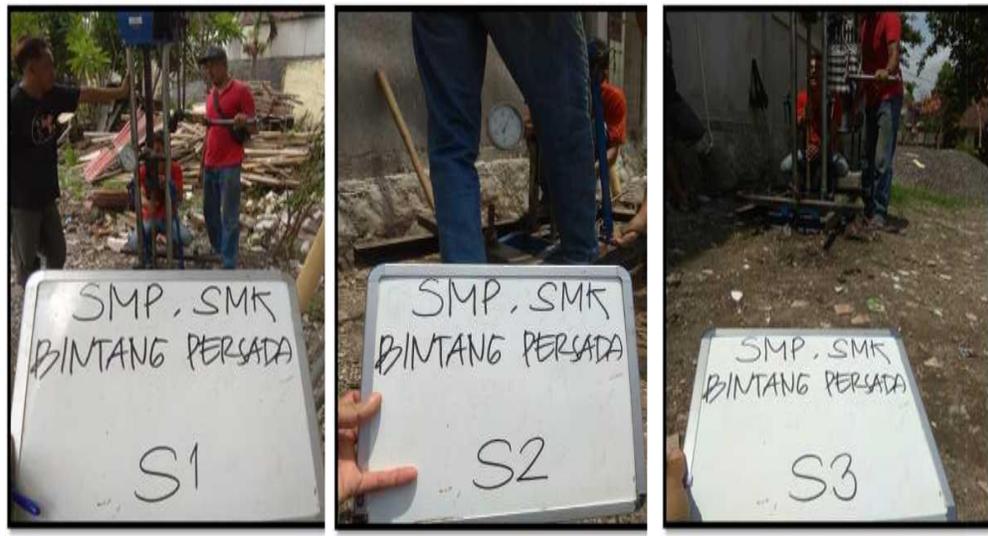
Dari kedalaman 0.00 m sampai 5.80 m dari muka tanah setempat nilai konusnya baru mencapai 30 kg/cm², kemudian dari kedalaman 5.80 m nilai konusnya naik dan mencapai nilai tertinggi 250 kg/cm² pada kedalaman 6.20 m.

b. Sondir S-2

Dari kedalaman 0.00 m sampai 5.40 m dari muka tanah setempat nilai konusnya baru mencapai 25 kg/cm², kemudian dari kedalaman 5.40 m nilai konusnya naik dan mencapai nilai tertinggi 240 kg/cm² pada kedalaman 5.80 m.

c. Sondir S-3

Dari kedalaman 0.00 m sampai 6.00 m dari muka tanah setempat nilai konusnya baru mencapai 30 kg/cm², kemudian dari kedalaman 6.00 m nilai konusnya naik dan mencapai nilai tertinggi 230 kg/cm² pada kedalaman 6.60 m.



Gambar 3. Pengujian tanah dengan sondir

C. Hasil Penyelidikan Mutu beton

Penyelidikan mutu beton dilakukan dengan melakukan uji pantul (*Hammer test*). Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan atau mutu beton yang dihasilkan pada pekerjaan beton yang sudah dilaksanakan. *Hammer test* juga dilakukan oleh CV. Bina Konstruksi dengan hasil sebagai berikut:

- Kolom lantai I dengan tiga titik/sampel pengujian mendapatkan kuat tekan rata-rata setara dengan benda uji kubus = 279 kg/cm^2
- Kolom lantai II dengan tiga titik/sampel pengujian mendapatkan kuat tekan rata-rata setara dengan benda uji kubus = 244 kg/cm^2
- Pelat lantai II dengan tiga titik/sampel pengujian mendapatkan kuat tekan rata-rata setara dengan benda uji kubus = 239 kg/cm^2
- Pelat lantai III dengan tiga titik/sampel pengujian mendapatkan kuat tekan rata-rata setara dengan benda uji kubus = 310 kg/cm^2

Laporan detail hasil pengujian dengan *Hammer Test* disajikan dalam buku terpisah.



Gambar 4. Pengujian dengan *Hammer Test*



D. Data Hasil Wawancara

Data hasil wawancara adalah data yang tidak bisa diamati langsung saat pelaksanaan survei, karena bagian bangunan yang menjadi objek pengamatan tertutup. Objek-objek pengamatan yang dimaksud adalah: pondasi, sloof dengan tulangan, pedestal dengan tulangan, tulangan pelat lantai, tulangan pelat tangga dan tulangan kolom khususnya sengkang.

Data-data hasil wawancara ini didapat langsung dari Bapak Ketua Yayasan Bintang Persada, karena saat pelaksanaan beliau sendiri yang mengawasi dan mengamati langsung pelaksanaan pekerjaan pembangunan Gedung SMK Bintang Persada ini. Data-data hasil wawancara tersebut antara lain:

a. Pondasi

Pondasi yang digunakan pada bangunan ini adalah Pondasi Strauss dengan diameter 30cm dikerjakan sampai kedalaman 6 m dari dasar pile cap, tulangan 12D16, spiral \varnothing 8-150 dengan isian beton campuran dalam takaran volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem. Untuk tiap-tiap pile cap diberi 4 (empat) buah *Strauss*.

b. Dimensi dan tulangan pile cap

Pile cap yang dipasang dengan dimensi telapak 200x200cm dan tebal 45cm, Tulangan dalam bentuk anyaman D19-200 dipasang bagian bawah dan D16-200 dipasang pada bagian atasnya. Beton yang digunakan dengan campuran dalam takaran volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem.

c. Dimensi dan tulangan kolom pedestal

Tinggi kolom pedestal yang dipasang bervariasi sesuai dengan kontur tanah yang bervariasi dengan tinggi maksimum 100cm pada bagian kiri depan bangunan. Dimensi pedestal 45x45cm dengan tulangan longitudinal 16D19+sengkang \varnothing 8-150. Beton yang dicorkan dengan campuran dalam takaran volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem

d. Dimensi dan tulangan sloof

Sloof dipasang menghubungkan ujung kolom pedestal ke kolom pedestal. Dimensi sloof 25x40cm dengan tulangan longitudinal 8D16+sengkang \varnothing 8-150. Beton yang dicorkan dengan campuran dalam takaran volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem

e. Kolom lantai I

Dimensi kolom teramati 45x45cm dengan yang membungkus kolom IWF350.175.7.11. Sesuai hasil wawancara kolom lantai I tidak menggunakan sengkang atau beugel. Campuran beton menggunakan takaran dalam perbandingan volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem.

f. Tulangan beugel/sengkang kolom lantai II

Dimensi kolom teramati 45x45cm dengan tulangan longitudinal 12D19 teramati dari pelat lantai III namun beugel tidak teramati. Sesuai hasil wawancara kolom lantai II menggunakan sengkang atau beugel \varnothing 8-150. Campuran beton menggunakan takaran dalam perbandingan volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem



- g. Tulangan pelat lantai II
Tebal pelat lantai II teramati sebesar 12cm bagian bawahnya terpasang pelat bondeck dengan tebal 0,7mm namun tulangan pelat tidak teramati. Sesuai hasil wawancara, tulangan pelat menggunakan Wiremesh M8 satu lapis (*single layer*). Campuran beton menggunakan takaran dalam perbandingan volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem
- h. Tulangan pelat lantai III
Tebal pelat lantai III teramati sebesar 12cm bagian bawahnya tidak terpasang pelat bondeck dan tulangan pelat tidak teramati. Sesuai hasil wawancara tulangan menggunakan Wiremesh M8 dua lapis (*Double layer*). Campuran beton menggunakan takaran dalam perbandingan volume 1 PC : 2 Psr : 3 Kr, Semen Portland Merk Semen Gresik, pasir dan batu pecah dari Gunung Agung-Karangasem.

E. Hasil Kajian Analisa Struktur Gedung dan Rencana Struktur untuk Pembangunan Lanjutan

Untuk melakukan evaluasi struktur gedung, sesuai dengan rencana pembangunan akan dilanjutkan sampai 4 (empat) lantai, maka diperlukan analisa struktur secara menyeluruh dengan data masukan sesuai hasil pengamatan visual, wawancara, hasil penyelidikan tanah dan hasil pengujian mutu beton. Analisa struktur dilakukan dengan menggunakan Program SAP 2000 versi 15.0.

Pemodelan struktur dilakukan sesuai kondisi struktur secara eksisting yang sudah terpasang. Data-data masukan yang secara spesifik menjadi perhatian untuk di-*input* dalam SAP 2000 adalah:

- Fungsi bangunan: sekolah/ruang kelas di lantai I dan II serta direncanakan untuk Laboratorium di Lantai III dan IV.
- Mutu beton ($f'c$) = 22,25 MPa sesuai hasil pengujian
- Mutu baja tulangan (BJTD 40) untuk profil baja ulir dan BJTP 24 untuk profil baja tulangan polos.
- Mutu baja profil IWF (BJ 37), $f_y = 240$ MPa dan $f_u = 370$ MPa
- Dimensi elemen struktur eksisting Lantai I sloof: 25x40cm, kolom Lantai I: beton 45x45cm+IWF350.175.711 disetarakan dengan kolom beton bertulang 45x45cm+tulangan longitudinal 16D19+sengkang $\varnothing 10-150$, dengan mutu baja tulangan BJTP24 ($f_y = 240$ MPa).
- Dimensi elemen struktur Lantai II. Untuk balok induk arah memanjang bagian tengah bangunan menggunakan IWF300.150.6,5,9 dan yang lainnya IWF250.125.6,9. Balok anak dan konsol menggunakan IWF200.100.5,5,8. serta pelat lantai dengan ketebalan 12cm dengan pelat bondeck tebal 0.70mm pada bagian bawahnya. Kolom menggunakan beton bertulang 45x45cm dengan tulangan longitudinal 12D19 dan sengkang $\varnothing 8-150$
- Dimensi elemen struktur Lantai III. Untuk balok induk arah memanjang bagian tengah bangunan menggunakan IWF300.150.6,5,9 dan yang lainnya IWF250.125.6,9. Balok anak dan konsol menggunakan IWF200.100.5,5,8. serta pelat lantai dengan ketebalan 12cm. Kolom lantai III dimensi 40x40cm dengan estimasi tulangan 12D16 dan sengkang $\varnothing 8-150$.
- Dimensi elemen struktur Lantai IV. Untuk balok induk arah memanjang direncanakan dengan menggunakan balok beton bertulang dengan dimensi B1-40x60cm, arah melintang B2-25x40cm, balok anak B3-20x35, balok terpi B4-15x25 dan konsol menyesuaikan dimensi balok induk dan balok anak yaitu dengan dimensi kosol KS-40x60,



- KS-25x40, KS-20x35 dan KS-15x25.. serta pelat lantai dengan ketebalan 12cm. Kolom lantai IV dimensi 40x40cm dengan estimasi tulangan 8D16 dan sengkang \varnothing 8-150
- i. Untuk pelat atap yang berfungsi sebagai talang beton (Elv. +16.00) direncanakan dengan ketebalan 10cm, Ring balok 25x40cm, konsol 25x40cm dan balok tepi lisplank dengan dimensi 15x25cm.
 - j. Rangka atap direncanakan menggunakan struktur kayu kelas kuat II dengan penutup atap genteng kodok, plafond bahan Kalsiboard (lebih tahan air)

DISKUSI

Dalam laporan penyelidikan tanah disampaikan bahwa untuk bangunan bertingkat direkomendasikan menggunakan pondasi *Bore pile (Strauss)* dengan dia m 30cm dengan kedalaman 6 – 6,6 m dengan daya dukung berkisar 43 – 79 ton. Hasil penyelidikan tanah dengan sondir disajikan secara lengkap pada laporan penyelidikan tanah pada buku laporan tersendiri yang disampaikan oleh CV. Bina Konstruksi.

Sesuai hasil pengujian pada kolom dan pelat lantai, maka nilai kuat tekan beton karakteristik dengan benda uji kubus 15x15x15cm (f'_{ck}) dihitung secara rata-rata sebesar: 268 kg/cm² atau mutu beton dengan benda uji silinder (f'_{c}) = 268 x 0,83 = 222,50 kg/cm² = 22,25 MPa (Peraturan Beton Indonesia (NI 02) Tahun 1971, PBI'71). Hasil pengujian dengan *Hammer test* yang mendapatkan nilai f'_{c} = 22,25 MPa menunjukkan bahwa beton yang dihasilkan saat pelaksanaan lebih dari 17 MPa, sehingga memenuhi syarat ketentuan beton struktural (SNI 2847:2013, tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung).

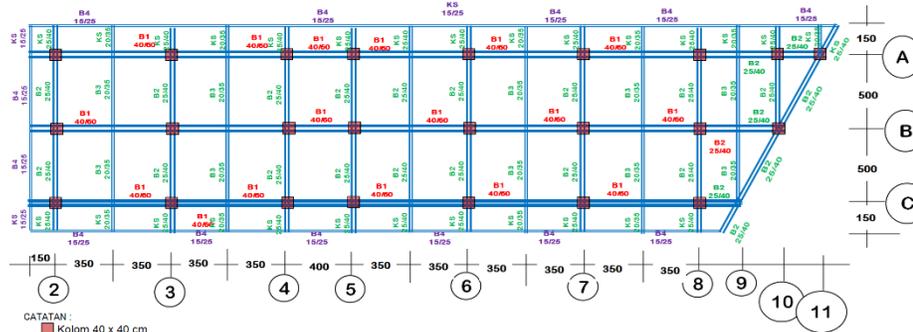
Luaran (*out put*) hasil analisa struktur dengan Program SAP 2000 v.15.0 yang selanjutnya dilakukan evaluasi untuk menentukan apakah memadai dan aman untuk memikul beban rencana sekiranya bangunan dilanjutkan sampai 4 lantai. Hasil analisa dan evaluasi adalah sebagai berikut:

- a. Beban batas maksimum pondasi pada titik kolom lantai I sebesar untuk beban tetap $P_u = 155.655$ kg dan beban sementara $P_u = 155.735$ kg dengan mengambil faktor beban (*load factor*) untuk beban tetap sebesar 1,5 dan beban sementara sebesar 1,05, maka beban kerja maksimum ditetapkan sebesar: 148.319 kg. Sesuai dengan informasi yang disampaikan langsung oleh Ketua Yayasan Bintang Persada dalam surat pernyataannya tentang jenis dan dimensi pondasi yang digunakan adalah jenis pondasi *Bore Pile (Strauss)* diameter 30cm dengan kedalaman 6 m dari dasar telapak (*pile cap*). Pondasi *Strauss* dipasang pada *pile cap* berukuran 200x200cm, dengan tiap *pile cap* ditempatkan 4 (empat) buah *Strauss*. Nilai terkecil daya dukung 1 pondasi *Strauss* dengan diameter 30cm direkomendasikan dapat memikul beban sebesar 43ton atau 43.000 kg, maka tiap-tiap titik pondasi mempunyai daya dukung sebesar 4x43.000 kg = 172.000 kg. Hasil perbandingan antara beban kerja maksimum yang dipikul tiap titik pondasi sebesar 148.319 kg lebih kecil dari 172.000 kg, sehingga pondasi yang digunakan memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- b. Waktu getar gedung: 0,50 detik, sesuai yang disampaikan dan dokumen Laporan Perhitungan Struktur untuk bangunan 4 (empat) lantai dan gedung dengan tinggi 16m waktu getar alami dibatasi tidak boleh melampaui: 0,59 detik, sehingga sistem struktur dan dimensi elemen struktur yang terpasang memenuhi syarat.
- c. Deformasi horizontal terutama disebabkan oleh beban lateral akibat gempa arah melintang bangunan (Gempa Arah Y), dimana hasil analisa deformasi untuk tiap lantai



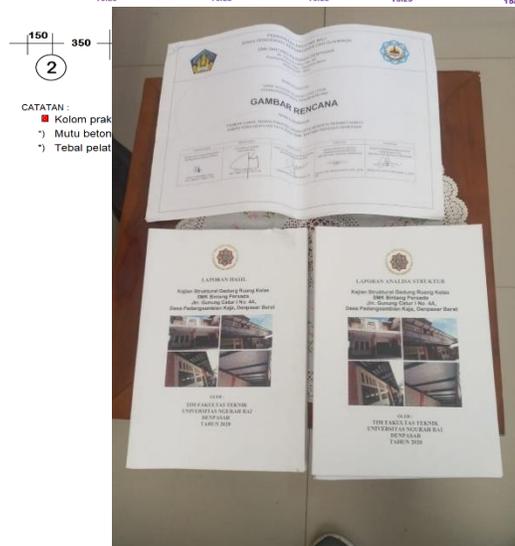
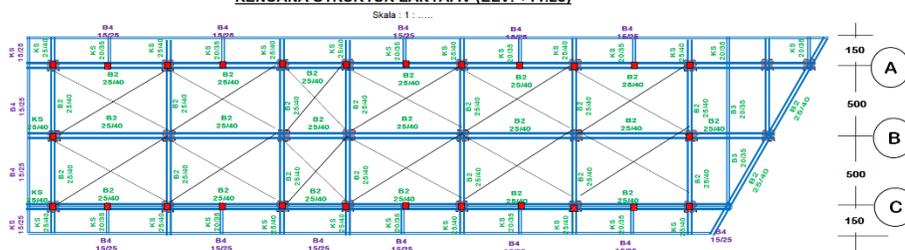
yaitu: Lantai I dan Lantai II: 0,132mm, Lantai II dan III: 0,118mm, Lantai III dan IV: 0,093mm, serta Lantai IV dan Lantai Atap: 0,066mm. SNI 1726: 2012 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung) dalam Pasal 7.21.1 menetapkan deformasi lateral yang diijinkan tiap lantai untuk ketinggian lantai 375cm sebesar 61,538mm. Batasan ini menunjukkan bahwa deformasi lateral yang terjadi tidak melampaui batas maksimum yang diijinkan, sehingga sistem struktur serta dimensi yang terpasang dan direncanakan memenuhi syarat.

- d. Lendutan maksimum balok terjadi pada konsol atau kantilever pada lobby sebesar 2,066mm. Berdasarkan ketentuan Pasal 6.4.3 SNI 03 - 1729 - 2002 (Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung) pada balok baja yang memikul dinding dan bahan finishing yang getas untuk bentang 150cm lendutan maksimum yang diijinkan sebesar 4,17mm. Angka lendutan yang terjadi lebih kecil dari batas maksimum yang diijinkan, sehingga dimensi elemen struktur tersebut dinyatakan memenuhi syarat untuk memikul beban rencana.
- e. Kebutuhan luas tulangan kolom Lantai I : 2025mm^2 dengan tulangan geser (A_v/s) = 0,00 dengan dimensi kolom yang terpasang $45 \times 45\text{cm} + \text{IWF}350.175.7.11$ yang setara dengan kolom beton bertulang $45 \times 45\text{cm} + \text{tulangan longitudinal } 16\text{D}19 + \text{sengkang } \varnothing 10-150$, dengan mutu baja tulangan BJTP24 ($f_y = 240\text{ MPa}$) dinyatakan memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- f. Kebutuhan luas tulangan kolom Lantai II: 2025mm^2 dengan tulangan geser (A_v/s) = 0,00. Kolom beton bertulang $45 \times 45\text{cm}$ dengan tulangan longitudinal $12\text{D}19$ dan sengkang $\varnothing 8-150$ dinyatakan memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- g. Kebutuhan luas tulangan kolom Lantai III: 1600mm^2 dengan tulangan geser (A_v/s) = 0,00. Dimensi kolom lantai III $40 \times 40\text{cm}$ dengan estimasi tulangan $12\text{D}16$ dan Sengkang $\varnothing 8-150$ dinyatakan memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- h. Ratio tegangan balok Induk Lantai II maksimum: 0,070, balok anak maksimum: 0,087 dan balok konsol maksimum: 0,080. Dengan nilai-nilai ratio tegangan di bawah 1 menunjukkan bahwa dimensi balok eksisting dilantai II memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- i. Ratio tegangan balok induk Lantai III maksimum: 0,019, balok anak maksimum: 0,072 dan balok konsol maksimum: 0,069. Dengan nilai-nilai ratio tegangan di bawah 1 menunjukkan bahwa dimensi balok eksisting dilantai III memadai dan aman untuk memikul beban rencana.
- j. Rencana struktur untuk lantai IV dan atap dapat direkomendasikan sesuai gambar-gambar sketsa seperti pada halaman berikut meliupti: Rencana struktur pelat Lantai IV (elv. +12.00), Rencana struktur pelat atap (Elv. +16.00) dan rencana ring balok untuk dudukan rangka atap (kap) (Elv. +17.00).
- k. Semua hasil kajian, analisa struktur dan perencanaan struktur selanjutnya dituangkan dalam suatu gambar rencana. Dalam gambar rencana dicantumkan seluruh dimensi kolom, balok, pelat lantai, pelat atap dan ring balok serta detail formasi tulangan yang nantinya dipakai sebagai pedoman dalam pelaksanaan konstruksi. Dalam gambar rencana juga dicantumkan spesifikasi mutu beton dan baja tulangan yang juga menjadi pedoman dalam pelaksanaan konstruksi .



CATATAN:
 ■ Kolom 40 x 40 cm
 ■ Mutu beton K-250
 *) Tebal pelat lantai IV (t) = 12 cm

RENCANA STRUKTUR LANTAI IV (ELV. +11.25)



Gambar 6. Dokumen hasil kajian yang diserahkan kepada SMK Bintang Persada Denpasar

PENUTUP
Kesimpulan

Kesimpulan kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah sebagai berikut:

- a. Kajian Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada dilaksanakan oleh Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai adalah atas permintaan Yayasan Bintang Persada yang terikat dalam Surat Perjanjian Kerjasama Nomor: 029/SMKBP/III/2020/UM dan Nomor: 039/D/FT/III/2020, Tanggal 02 Maret 2020.
- b. Bangunan yang dikaji adalah Gedung SMK Bintang Persada, di Jalan Catur I Nomor 4A, Denpasar Barat. Bangunan eksisting yang sudah dikerjakan 2 lantai dari 3 lantai yang direncanakan.



- c. Data-data eksisting yang dapat diamati secara visual diambil di lapangan dengan melakukan pengukuran dimensi, pengujian mutu beton dengan *Hammer Test* dan penyelidikan tanah dengan sondir.
- d. Bagian-bagian bangunan yang tidak bisa diamati karena sudah tertutup, datanya dikumpulkan dengan wawancara dengan Bapak Ketua Yayasan Bintang Persada yang dalam pengakuan dan pernyataannya, beliau mengawasi langsung pelaksanaan pekerjaan bangunan eksisting (Surat pernyataan terlampir).
- e. Hasil pengujian mutu beton dengan *Hammer Test* menunjukkan mutu beton dengan $f'c = 22,5$ MPa memenuhi syarat sebagai beton struktural menurut SNI 2847:2013.
- f. Hasil penyelidikan tanah dengan 3 titik sondir mendapatkan kedalaman tanah keras terletak pada kedalaman 5,8 – 6,6 m. Berdasarkan analisa dengan Rumus Meyerhof bahwa dengan menggunakan jenis pondasi *Bore pile (Strauss)* berdiameter 30cm dengan kedalaman 6-6,8 m mempunyai daya dukung sebesar 43-68 ton.
- g. Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada yang direncanakan dibangun dalam 4 (empat) lantai menggunakan pondasi *Strauss* 4 (empat) buah setiap titik pondasi (*pile cap dalam ukuran 200x200x45cm*) atau mempunyai daya dukung sebesar $4 \times 43.000 = 172.000$ kg, sehingga memadai dan aman untuk memikul beban kerja maksimum per titik pondasi sebesar 148.319 kg.
- h. Kolom eksisting lantai I dan II sesuai hasil dengan dimensi 45x45cm memadai dan aman untuk memikul beban gedung 4 (empat) lantai sesuai modul struktur eksisting yang ada. Hal ini ditunjukkan oleh jumlah tulangan yang terpasang jumlahnya telah memenuhi kebutuhan tulangan sesuai beban yang direncanakan.
- i. Untuk kolom lantai III direkomendasikan menggunakan kolom beton dimensi 40x40cm dengan tulangan longitudinal 12D16 dan sengkang $\varnothing 8-150$ dan untuk lantai IV dengan dimensi 40x40cm menggunakan tulangan tulangan longitudinal 8D16 dan sengkang $\varnothing 8-150$.
- j. Balok induk, balok anak dan balok konsol yang menggunakan baja Profil IWF, hasil analisa menunjukkan ratio tegangan semuanya bernilai lebih kecil 1 artinya dimensi profil Baja IWF terpasang memadai dan aman untuk memikul beban rencana
- k. Pelat lantai II, Lantai III dan pelat tangga mempunyai tebal dan tulangan yang memadai dan aman untuk memikul beban rencana. Hal ini ditunjukkan oleh tulangan terpasang dengan tulangan hasil rencana hasil analisa telah sesuai.
- l. Secara sistem struktur sesuai hasil analisa menunjukkan memadai dan aman untuk memikul beban rencana yang mungkin bekerja pada sistem struktur yang direncanakan. Hal ini ditunjukkan oleh evaluasi perilaku struktur meliputi, waktu getar, deformasi horizontal dan lendutan maksimum yang terjadi tidak melampaui batas-batas maksimum yang ditentukan dalam standar.
- m. Seluruh dokumen yang dibutuhkan untuk melengkapi proposal pengajuan dana bantuan lanjutan pembangunan gedung sekolah SMK BPD pada program Program DAK Fisik Penugasan Bidang Pendidikan SMK Kota Denpasar Tahun 2020 telah diserahkan.

Saran-saran yang disampaikan juga bersifat rekomendasi untuk menjaga keandalan struktur Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada antara lain:

- a. Bagian-bagian bangunan untuk lantai III dan IV disarankan untuk menggunakan bahan-bahan yang direkomendasikan sesuai dengan pemodelan dalam analisa struktur yaitu: bahan-bahan dinding menggunakan bata ringan (hebel), rangka atap menggunakan



rangka atap kayu kelas kuat II (setara kamper atau kring) dan penutup atap menggunakan genteng kodok Karang Pilang.

- b. Metode pelaksanaan untuk pekerjaan lanjutan harus memperhatikan kontrol kualitas (*quality control*) yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan dalam standar. Saran ini direkomendasikan lebih dikhususkan pada pekerjaan beton bertulang.
- c. Fungsi lantai III dan IV di dalam rencana ini adalah sebagai ruangan laboratorium pariwisata pengalihan fungsi ruangan yang menyebabkan beban hidup rencana meningkat secara signifikan harus dihindari.
- d. Secara umum bangunan lantai III dan IV di dalam analisa struktur ini dimodelkan dengan menggunakan dimensi dan material sebagai berikut:
 1. Kolom beton bertulang dimensi 40x40cm, dengan mutu beton K-250,
 2. Balok dengan berbagai dimensi yaitu B1-40x60, B2-25x40, B2-20x35, B4-15x25 dengan mutu beton K-250
 3. Pelat talang beton dan pelat atap (Elv. +16.00) dengan panjang konsol 150cm, tebal 10cm, beton K-250, difinish dengan *screed mortar* 3cm sebagai lapisan kedap air
 4. Lantai III dan IV difinish dengan penutup lantai ubin keramik
 5. Tembok menggunakan hebel difinish plester dan dicat
 6. Plafond menggunakan bahan tahan air seperti PVC atau Kalsiboard
 7. Rangka atap menggunakan kayu Kelas Kuat II (setara kamper atau kring) berjarak maksimum kap 350cm dengan kemiringan atap rencana 33°
 8. Penutup atap menggunakan genteng kodok Karang Pilang
- e. Saran poin d merupakan luaran hasil analisa berdasarkan pemodelan SAP 2000 v.15.0 dengan asumsi bangunan Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada di Jalan Gunung Catur I No. 4A dilanjutkan sampai 4 (empat) lantai, untuk pelaksanaan harus disiapkan gambar kerja yang lebih detail, terkait gambar detail struktur, gambar arsitektur dan gambar mekanikal, elektrik, plumbing (MEP).

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terimakasih kepada Ketua Yayasan Bintang Persada dan Kepala Sekolah menengah Kejuruan (SMK) Bintang Persada yang telah memfasilitasi kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini sampai selesai. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai telah mendanai pelaksanaan Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat dalam menunjang Tri Darma Perguruan Tinggi.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Agus Setiawan (2008), Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD Berdasarkan SNI 03-1729-2002, Erlangga, Jakarta
- [2] Bahan Standar Nasional (2012), Standar **Perencanaan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung**, SNI 1726:2012
- [3] Badan Standar Nasional (2013), **Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung**, SNI 2847:2013.
- [4] Badan Standar Nasional (2013), **Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain**, SNI 1727:2013
- [5] Badan Standar Nasional (2015), **Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural**, SNI 1729:2015



-
- [6] Bina Konstruksi, CV., **Laporan Penyelidikan Tanah Perencanaan Pembangunan SMP, SMK Bintang Persada, Jln. Catur I No. 4A Denpasar Barat**, Tabanan
 - [7] Bina Konstruksi, CV., **Laporan Hasil Pengujian Kuat tekan Beton dengan Hammer Test SMK Bintang Persada, Jln. Catur I No. 4A Denpasar Barat**, Tabanan
 - [8] Departemen Pekerjaan Umum (1983), **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**, Bandung
 - [9] Departemen Pekerjaan Umum (1979), **Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2, Cetakan ke-7**, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Ditjen Ciptakarya, Bandung
 - [10] Fakultas Teknik Universitas Ngurah Rai (2019), **Laporan Perhitungan Struktur Gedung Ruang Kelas SMK Bintang Persada**, Denpasar
 - [11] Iman Satyarno, Purbolaras Nawangalam, R. Indra Pratomo P. (2012), **Belajar SAP 2000 Analisis Gempa**, Zamil, Yogyakarta
 - [12] Wiryanto Dewobroto (2016), **Struktur Baja Prilaku, Analisis & Desain-AISC 2010 Edisi ke-2**, Penerbit Jurusan Teknik Sipil UPH, Jakarta



HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN